

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Ústav letecké dopravy

Strategie plánování údržby dopravních letounů
Strategy for Maintenance Planning of
Transport Aircraft

Student:

David Bilík

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **David Bilík**
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy
Studijní obor: 3708R038 Technologie údržby letecké techniky
Téma: Strategie plánování údržby dopravních letounů
Strategy for Maintenance Planning of Transport Aircraft

Zásady pro vypracování:

1. Koordinace zakázky s obchodním oddělením
2. Přípravy k přijetí letadla do opravy nebo revize
3. Vypracování plánů opravárenské činnosti a stanovení pracnosti
4. Popis způsobu kontroly postupu naplánovaných údržbářských prací
5. Specifikace rizik vyskytujících se při revizích letounů

Cíl BP: Definovat efektivní způsob plánování revizí za účelem omezení nežádoucích rizik.

Seznam doporučené odborné literatury:

Jablonský, J. Operační výzkum. Praha: Professional publishing, 2002. ISBN 80-86419-42-8
Holub R.: Spolehlivost letecké techniky, MTOE údržbových organizací Job Air, ČSA
Nařízení komise ES č. 2042/2003. část PART 145. Organizace údržby, ÚCL Praha, 2004

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Rostislav Horecký, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 10. 5. 2013



.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было́ сже́днано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- было́ сже́днано, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домии, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 10. 5. 2013



.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

David Bilík

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Zborovice, Hlavní č.394

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bilík, D. Strategie plánování údržby dopravních letounů: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Ústav letecké dopravy, 2013, 58 s. Vedoucí práce: Horecký, R.

Tato bakalářská práce se zabývá jednotlivými celky a postupem plánování údržby velkých dopravních letadel v civilním letectví dle Evropských předpisů. V první části práce se zabývám vysvětlením pojmu údržba letadel. Hlavní část tvoří postupný popis plánování údržby, počínaje konstrukční organizací, přes provozovatele až k údržbové organizaci. V závěru práce jsem shrnul některá rizika při plánování a možné způsoby jejich eliminace, spolu s vlastním návrhem systému plánování údržby.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Bilík, D. Strategy for Maintenance Plannig of Transport Aircraft: Bachelor thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculcy of Mechanical Engeneering, Department of Air Transport, 2013, 58 p. Thesis head: Horecký, R.

This Bachelor thesis is dealing with Maintenance planing of civil trasport airplane accorfing to European stantards. In first part of the thesis is expression of maintenance. Main part contains description of planing process, from design organization, through aircraft operator up to maintenance organization. I have summarized some risks of maintenance planing and possible solutions and own design theory of maintenance planing system, at the end.

Obsah

Seznam použitých zkratk	7
Cíle práce	9
1 Úvod	10
2 Údržba	11
2.1 Definice údržby	11
2.2 Význam údržby	11
2.3 Cíle údržby	12
2.4 Obecná životnost a spolehlivost stroje	12
3 Historie plánování údržby letadel	13
4 plánování údržby projekční a výrobní organizací	15
4.1 Certifikovaná projekční a výrobní organizace	15
4.2 Vytváření MPD	17
4.2.1 Práce výboru pro plánování údržby	17
4.2.2 MPD – Předpis pro údržbu	18
5 úloha provozovatele v údržbě letadel	20
5.1 Organizace k řízení zachování letové způsobilosti	20
5.2 Program údržby	21
5.2.1 Počítačový software pro program údržby	25
6 Údržbová organizace	26
6.1 Údržbová organizace podle Part 145 (MRO)	27
6.2 Postup plánování údržby v organizaci dle Part 145	28
6.3 Systém Job Cards (Pracovních listů)	31
6.4 Počítačový software Quatum Control	39
6.5 Skladové hospodářství	40
7 Specifikace rizik při plánování údržby a jejich možné řešení	43
7.1 Rizika při plánování revizí v MRO	45
7.2 Problematika plánování údržby na letadlech dle ETOPS	46
8 Návrh systému pro plánování údržby	47
Závěr	49
Seznam použité literatury	50
Přílohy	51

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Český název	Anglický název
AD	Příkaz k zachování letové způsobilosti	Airworthiness Directive
AOC	Osvědčení provozovatele letecké techniky	Aircraft Operator Certificate
APU	Pomocná energetická jednotka	Auxiliary Power Unit
CAA	Úřad civilního letectví (ÚCL)	Civil Aviation Authority
CRS	Certifikát o uvolnění do provozu	Certificate of Release to Service
DOA	Certifikovaná konstrukční organizace	Design Organization Approval
EASA	Evropská agentura pro bezpečnost letectví	European Aviation Safety Agency
ES	Evropská společnost	European Society
ETOPS	Normy pro dlouhé lety dvoumotorových letadel	Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards
EU OPS	Společné technické požadavky a správní postupy platné pro obchodní leteckou dopravu	European Union (EU) regulation specifying minimum safety and related procedures for commercial passenger and cargo fixed-wing aviation.
FAA	Federální letecký úřad	Federal Aviation Authority
ICAO	Mezinárodní organizace civilního letectví	International Civil Aviation Organisation
ISC	Komise pro řízení údržby	
MMEL	Základní seznam minimálního vybavení	Master Minimum Equipment List
MPD	Předpis pro údržbu	Maintenance Planning Document
MRB	Výbor pro plánování údržby	Maintenance Review Board
MRO	Organizace pro údržbu	Maintenance, Repair and Overhaul / Maintenance and Repair Organization
OLP	Obor standardizace	

	leteckých předpisů	
OLZ	Osvědčení letové způsobilosti	
PART 145	Část 145, Příloha k Nařízení ES 2042/2003	
PART M	Část M, Příloha k Nařízení ES 2042/2003	
POA	Schválená výrobní organizace	Product Organization Approval
PZZ	Příkaz k zachování letové způsobilosti	Viz. AD
TC	Typové osvědčení	Type Certificate
ÚCL	Úřad civilního letectví	Viz. CAA

CÍLE PRÁCE

V rámci této bakalářské práce se budu zabírat plánováním údržby velkých dopravních letadel dle Evropských předpisů vydané úřadem EASA. Mým záměrem je popsat kompletní systém plánování údržby od výrobce, přes provozovatele, až k samotnému oddělení plánování v údržbové organizaci dle Part 145.

V části věnované výrobcí, přesněji řečeno, konstrukční organizaci se budu zabývat vytvořením a obsahem MPD, jakožto důležitý dokument k získání typového osvědčení pro nový typ letadla.

V části o provozovateli letecké techniky se zaměřím na organizaci pro řízení zachování letové způsobilosti, jejíž hlavní náplní je vytvářet platný program údržby pro každé letadlo.

Při popisu údržbové organizace bych rád shrnul celý postup plánování údržby a revizí a tedy i činnost plánovacího oddělení.

V závěrečné části vyjmenuju některá rizika spojená s plánováním údržby a možná rizika vyskytující se při revizích, možné metody jejich řešení. V poslední kapitole vytvořím úvahu o budoucím jednotném systému plánování údržby a monitorování stavu letadel.

Bakalářská práce bude rovněž nahrána do e-learningového systému Edubase, kde bude přístupná studentům VŠB-TU Ostrava. Zejména pro předmět Posty údržby letecké techniky. Její prezentace proběhla 19. 4. 2013 na videokonferenci na téma Strategie údržby civilních letadel pořádané Ústavem letecké dopravy (VŠB-TU).

1 ÚVOD

Strategie plánování údržby letecké techniky není dílem jen jednotlivce nebo malého týmu odborníků, a to dokonce i v poměrně malých společnostech. Je to dáno tím, že do procesu plánování údržby spadá několik elementů nejen ze strany údržbové organizace, ale velkou měrou se do tohoto procesu zapojuje provozovatel letecké techniky a výrobce. Všechny tyto elementy pak zastřešuje příslušný úřad se svými předpisy.

Tento text bude pojednávat jen o údržbě velkých civilních letadel, provozovaných pro obchodní letecké účely. Velkým letadlem se rozumí letoun o maximální vzletové hmotnosti (MTOW) větší jak 5700 kg nebo vícemotorový vrtulník. Tím pádem bude psáno o údržbě, která spadá pod nejvyšší letecký úřad v Evropě, EASA. Česká republika je členem EASA od roku 2005. V naší republice pak působí Úřad civilního letectví (ÚCL nebo anglicky CAA), jenž dohlíží nad řádným provozem dle evropských předpisů.

Tento úřad vydává nařízení, v nichž jsou přílohy. Pro studium text vychází ze dvou, pro toto téma důležitých nařízení. Nařízení Komise (ES) 2042/2003 v němž jsou pro text nejdůležitější přílohy Part M a Part 145. Nařízení Komise (ES) 1702/2003 v němž je důležitá příloha Part 21. Bližší objasnění těchto pojmů bude na příslušných místech níže v textu. Pro budoucí, ale i současné odborníky pohybující se v oblasti letectví nelze než doporučit alespoň nahlédnutí a seznámení se s výše jmenovanými předpisy. Jejich české konsolidované znění lze snadno najít na webových stránkách Úřadu pro civilní letectví (www.caa.cz).



Obrázek 1 Sídlo EASA v Kolíně (Köln)

2 ÚDRŽBA

2.1 Definice údržby

Podle normy ČSN EN 13 306:2002 lze pojem údržba definovat takto: „Kombinace všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci.“ [1]

V Nařízeních EASA se pod pojmem údržba rozumí: „Generální oprava, oprava, prohlídka, výměna, modifikace nebo odstranění závady na letadle nebo letadlovém celku nebo kombinace těchto operací s výjimkou předletové prohlídky“. [2]

2.2 Význam údržby

V první řadě samozřejmě údržba zajišťuje bezporuchový stav letecké techniky tak, aby mohla bezpečně převážet osoby i náklad, aniž by ohrozila: posádku, cestující, pozemní personál, náklad, ale také díky velké hustotě obyvatelstva v některých oblastech nesmí ohrozit nezainteresované náhodné lidi v okolí prolétávajícího letadla.

V druhé řadě je nutno si uvědomit, že civilní dopravci provozují letecké služby za úplatu. To znamená, že asi jako každá fyzická nebo právnická osoba chtějí i dopravci vykazovat zisk a nechat společnost růst. Letadla jsou to, co jim peníze vydělává, ale na druhou stranu nákup a provoz letadel stojí ohromné množství finančních prostředků. Letadlo stojící v hangáru peníze nevydělá. Proto je v zájmu provozovatelů provádět údržbu co nejrychleji a nejlevněji. V tomto případě často platí, že důležitější je faktor rychlosti než ceny. Vytíženému provozovateli se často mnohem více vyplatí zaplatit dražší údržbářskou společnost, která má ovšem perfektní personální management, skladové hospodářství, prvotřídní zázemí a techniku a zvládne práci v nejkratším možném čase.

V současné době se často rozmáhá nešvar ve smyslu, že letadlo několik dní čeká na zemi, protože požadovaný náhradní díl k němu putuje přes „půl světa“. Tím nenabádám k použití neoriginálních náhradních dílů, ani ke skladům přeplněným nepotřebnými díly. Takové sklady zbytečně plýtvají prostředky údržbové organizace. Ideální případ je plynulá a včasná dodávka potřebných dílů a materiálů. Takový stav je v praxi velice těžko dosažitelný a dokáže to jen zkušený a vzdělaný tým managementu.

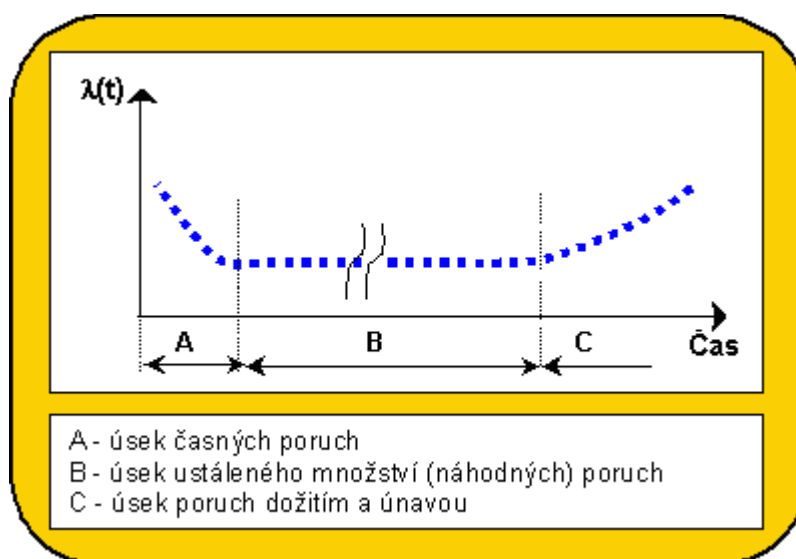
2.3 Cíle údržby

Ze své podstaty si údržba letecké techniky klade tyto následující cíle:

- Zajištění bezpečného provozu letecké techniky bez ohrožení lidského zdraví nebo životů.
- Udržovat hmotný majetek v provozuschopném a způsobilém stavu na požadované úrovni.
- Předcházet vzniku poruch a následných poruchových stavů.
- Odstraňovat vzniklé poruchy.
- Snižovat environmentální dopady provozu a údržby letecké techniky.

2.4 Obecná životnost a spolehlivost stroje

Každý stroj, tedy i letadlo a letadlové celky se v průběhu funkce opotřebovává a snižuje se jeho životnost. Obecně tuto životnost lze popsat tzv. vanovou křivkou. I když lze tuto křivku v mnoha případech popsat matematicky, její základy položila spíše empirická zjištění.



Obrázek 2 Vanová křivka životnosti stroje

Na vodorovné ose je vynesena čas, případně počet cyklů. Na svislé ose je vynesena poruchovost daného zařízení.

Vanová křivka má tyto tři základní části:

- Oblast A je přibližně exponenciální křivka, která značí záběh stroje.
- Oblast B je funkční období stroje. Znázorňuje ji lineární funkce. Zde lze lehce předpovídat opotřebení a poruchám se dá snadno předcházet.

C. Oblast C je opět přibližně exponenciální funkce. Jedná se o tzv. „dožití“ stroje. V této fázi je nutná generální oprava. Letecká technika se do této oblasti nesmí vůbec dostat. Vždy je potřeba provést údržbu, i generální opravu, ještě v části B. Pokud to není možné, tak je nebezpečné letadlo provozovat a mělo by být vyřazeno.

Všechny výše zmíněné poznatky samozřejmě neplatí jen pro letadla, ale i pro letadlové celky a části.

3 HISTORIE PLÁNOVÁNÍ ÚDRŽBY LETADEL

V počátcích letectví se o plánování údržby moc hovořit nedá. Lze říci, že se prováděla údržba typu podle stavu, jen s tím rozdílem, že existovaly jen 2 stavy: funkční a nefunkční. Odhalit skryté vady dokázali jen zkušení mechanici vizuální kontrolou nebo často poslechem. Taková úroveň údržby mohla fungovat jen, v dnešní době bychom řekli, při sportovním létání několika dobrodruhů.

Se vznikem prvních leteckých přepraveců v meziválečném období musela být zajištěna vyšší spolehlivost. Už nelétali jen dobrodruzi nebo vojáci, ale i obyčejní lidé. Zvýšení spolehlivosti letecké techniky umožnily hlavně znalosti získané empiricky ze zkušeností v provozu. Dala se již poměrně přesně definovat životnost součástí a tudíž i naplánovat výměnu s bezpečnou rezervou životnosti. Přesnější určování životnosti omezovali tehdejší znalosti metalurgie. Hlavně v oboru šíření trhlin a únavy materiálu.

Po druhé světové válce nastal velký rozvoj civilního letectví. S tímto rychlým vývojem musela držet krok i údržba. Údržba s pevně stanovenou životností byla vyvedena k dokonalosti. Nicméně tento druh údržby je z ekonomického hlediska nevhodný. Ovšem jedná se o jeden z nejspolehlivějších způsobů, a tak v kombinaci s jinými druhy údržby přetrvává i u některých soudobých letadel.

Současně začala působit Mezinárodní organizace civilního letectví, po celém světě známá jako ICAO (International Civil Aviation Organization). Vznikla 7. 12. 1944 podepsáním Chicagské úmluvy. Dohoda nabyla platnosti 4. 4. 1947. Československá exilová vláda byla jedním ze zakládajících členů. ICAO se zaměřuje na bezpečnost a plynulost civilního letectví. Proto k základní dohodě bylo přidáno 18 příloh (anexů), jenž si jednotlivé státy zapracovaly do svých předpisů jako zákonné normy. V České republice jsou tyto předpisy značeny L1 až L18. Z hlediska údržby jsou velice podstatné následující 2 předpisy:

- 1) Předpis L1 – Vydávání průkazů způsobilosti leteckého personálu. Tedy i průkazy pro techniky údržby.
- 2) Předpis L5 – Používání měřících jednotek v letovém i pozemním provozu.
- 3) Předpis L8 – Letová způsobilost letadel. (Z předpisu L8 jsou velmi podstatné následující části) :
 - Část II Postupy pro osvědčování a zachování letové způsobilosti
 - Hlava 3 Osvědčování letové způsobilosti
 - Hlava 4 Zachování letové způsobilosti letadel

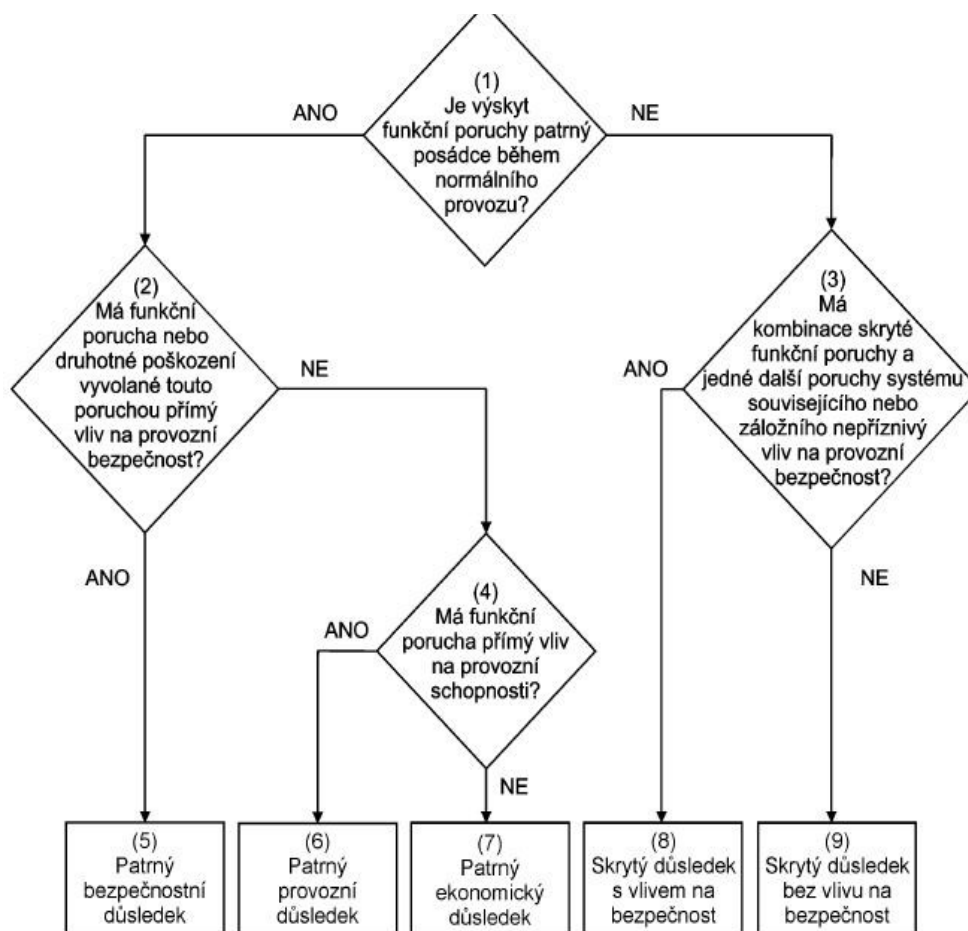
Velký průlom v údržbě letadel bylo období vývoje slavného Boingu 747 (1968). Jednalo se na tu dobu o unikátní stroj, který se se svými parametry může hrdě chlubit i dnes. Společnost Boeing si uvědomila, že dosavadní systémy údržby nemusí být pro takové letadlo dostatečné a uspokojivě ekonomické. Hlavně co se týče vytváření programu údržby. Přizvala tedy zástupce provozovatelů, kteří měli zájem o koupi Boing 747 a experty z amerického leteckého úřadu FAA. Spolu s experty z Boingu tedy vytvořili tým pod názvem MSG (Maintenance Steering Group). Vznikla tak nová koncepce pro vytváření programu údržby MSG-1. Byla natolik úspěšná, že se dala aplikovat ve všeobecnosti na více letadel.

Další krok byl vytvoření MSG-2, který se aplikoval například u letadla DC-10. MSG-2 převzali evropští výrobci a přetvořili ji v EMSG (European Maintenance Steering Group). MSG-2 a MSG-1 neberou v potaz ekonomické hledisko. Jednoduše razí filosofii „bezpečnost za každou cenu“. Až MSG-3 na problém plánování údržby nahlíží i z ekonomického hlediska.

V současnosti se využívá koncepce MSG-3, která je již obecná pro všechna letadla ve formě dokumentu ATA Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development (Vývoj plánování údržby pro provozovatele a výrobce). MSG-3 je přizpůsobivější k rozvoji programu údržby. Moderní prvky MSG-3 jsou následující:

- Vytváří logický diagram, který zahrnuje únavu materiálu, korozi a náhodné poškození.
- Využívá pravidla Damage Tolerance (přípustné poškození).
- Zahrnuje údržbářské práce
 - Hard Time (v pevných časových intervalech).
 - On Condition (podle stavu).

- Condition monitoring (sledování stavu).
- Rozlišení mezi úkony vhodnými z ekonomického hlediska a úkony nutnými pro udržení bezpečnosti.



Obrázek 3 Analýza MSG-3

4 PLÁNOVÁNÍ ÚDRŽBY PROJEKČNÍ A VÝROBNÍ ORGANIZACÍ

4.1 Certifikovaná projekční a výrobní organizace

Tato organizace se ve skutečnosti dělí na 2 nezávislé organizace:

- Projekční organizace (DOA)
- Výrobní organizace (POA)

Je to z důvodů přesnosti předpisů a hlavně díky tomu mohou existovat projekční organizace, které pak výrobu přenechají jiným a naopak, výrobní organizace zadá externí firmě zakázku na design jejich nového projektu. Podobný jev můžeme pozorovat u moderních evropských společností jako je Airbus, kde již výroba letadla není centralizována na jedno místo, nýbrž rozprostřena téměř po celé Evropě. Ovšem předpisy

pro obě organizace jsou značně podobné a pro zjednodušení textu postačí, pokud je budeme brát jako celek.

Hned v úvodu je nutno zmínit, že projekční a výrobní organizace jsou certifikovány podle Nařízení Komise (ES) 1702/2003 Part 21 Hlava G a Hlava J. Jedná se o organizace odpovědné za projektování a výrobu nejen letadel, ale také i letadlových celků a letadlových zařízení. Všechny tyto zařízení, celky i letadla musí projít předepsanými zkouškami (únavové, lámací, letové atd...), a poté výrobce, po předložení všech dokladů, může získat od úřadu Typové osvědčení (TC – Type certificate). To jej opravňuje k výrobě daného výrobku. Tím ovšem povinnosti organizace nekončí. V případě, že je nějaká část nevyhovující (např. je poddimenzovaná a často praská) výrobce spolu s úřadem vypracují a vydají Příkazy k zachování letové způsobilosti (PZZ, anglicky AD – airworthiness directive). Jedná se o dokumenty nařizující provozovatelům letadel odstranění nebezpečných nebo nežádoucích vlastností výrobku a vymezují podmínky, za kterých je možné pokračovat v provozu. V praxi to znamená, že například poddimenzovaná část se musí častěji kontrolovat a při příští revizi vyměnit za silnější. Nebo při vážnějších problémech může být zakázáno vzletnutí, dokud daná část nebude zesílena.

Projekční a výrobní organizace nezasahuje do údržby jen příkazy k zachování letové způsobilosti, ale hlavně ještě před prvním vyrobeným sériovým kusem je potřeba vydat technickou dokumentaci k provozu a údržbě daného zařízení. Nejvíce dokumentace je samozřejmě k letadlům jako celkům. Náročnost potřebné dokumentace se snižuje s náročností letadlových celků a částí. Technická dokumentace zpracovaná pro údržbu letadel představuje vzhledem ke svému rozsahu i nárokům na technickou úroveň vysoké ekonomické hodnoty, na jejichž vytvoření se podílejí široké kolektivy konstruktérů, technologů, normovačů, vývojových pracovníků a řada dalších profesí.

Z hlediska údržby musí být pro letadlo vydáno:

- Předpis pro údržbu (MPD – Maintenance Planning Manual)
 - MPD obsahuje systém Task cards (nebo Job cards). Jak již název napovídá, jedná se o seznam všech prací, které se na letadle provádějí. Každý úkon má přiřazený svůj kód, díky němuž s ním může snadno pracovat počítačová databáze.
- Příručka pro údržbu (AMM – Aircraft Maintenance Manual)
- Konstrukční výkresová dokumentace

- Seznam náhradních dílů
- Základní seznam minimálního vybavení (MME - Master Minimum Equipment List)
- Školicí materiály pro personál i techniky
- Provozní příručka (vypracovává provozovatel podle předpisu EU OPS)

Pro motor se vydává:

- Provozní příručka
- Příručka pro údržbu (Maintenance Manual)

Tyto dokumenty (s výjimkou školicích materiálů) využije Organizace k řízení zachování letové způsobilosti k vytvoření plánu údržby.

4.2 Vytváření MPD

O vytváření MPD pojednává Směrnice CAA-OLP. Její podnázev je Příručka letové způsobilosti – Certifikace návrhu a zachování letové způsobilosti. Je to vlastně český text dokumentu ICAO Airworthiness Manual (Doc 9760), Volume II, Design certification and Continuing Airworthiness.

4.2.1 Práce výboru pro plánování údržby

Stát projekce musí schválit určité minimální požadavky na údržbu, které musí provozovatel splnit, když je letoun poprvé uváděn do provozu. Úřad normálně schvaluje počáteční minimální požadavky na údržbu, které jsou navrhovány vybranými odborníky na požadavky letové způsobilosti, zachování letové způsobilosti a konstrukce letadel. Stát projekce může také přizvat ke spolupráci úřady Států plánovaných provozovatelů. Skupina těchto odborníků je souhrnně označována jako MRB. Hodnotící zprávy MRB poskytují upozornění na potenciální problémové oblasti a nabízejí vodítka a podporu pro ISC a WG. Po úspěšném vyhodnocení přijímá regulační úřad zprávu nebo hodnocení MRB.

ISC je Komise pro řízení údržby. Řídí vývoj programu údržby. ISC je složena z provozovatelů a projekčních organizací. Ustavuje metodiku, zadává úkoly pro intervaly prohlídek údržby, řídí aktivity pracovních skupin, připravuje závěrečná doporučení programu údržby a zastupuje provozovatele ve styku s regulačním úřadem.

WG (Working Group) jsou pracovní skupiny. Za účelem vývoje počátečních minimálních doporučení údržby pro nové nebo odvozené letouny může být navíc zřízena

jedna nebo více WG skládající se z odborníků spolupracujících provozovatelů, projekčních organizací a regulačních úřadů. ISC zajišťuje, že WG budou poskytnuty potřebné podpůrné technické údaje a analýzy.

Primárním úkolem postupu MRB je napomáhat projekční organizaci a provozovateli stanovit počáteční schválený program údržby pro letouny a regulačnímu úřadu při schvalování tohoto programu. Mohou být zapotřebí úpravy týkající se provozních nebo klimatických podmínek jedinečných pro daného provozovatele. Na základě zkušenosti provozovatele a se schválením úřadu mohou být provedeny další změny programu údržby za účelem udržení bezpečného a efektivního programu údržby.

Zpráva MRB vyznačuje hlavní rysy počátečních minimálních požadavků na údržbu k použití při tvorbě schváleného programu údržby pro letoun a jeho hlavní součásti (drak, motory, systémy a další součásti). Třebaže zpráva MRB je schválena Státem projekce, může být zapotřebí určit národní odchylky v regulaci, které nejsou slučitelné, přijatelné nebo použitelné pro všechny regulační úřady. Pokud existují takové podmínky, normálně se k vypsání seznamu těchto odchylek používá příloha ke zprávě MRB, každou přijímají jednotlivé příslušné regulační úřady. Požadavky MRB jsou základem, z něhož provozovatelé odvozují svůj počáteční program údržby.

Regulační úřady ve Státu zápisu do rejstříku a Státu provozovatele vyhodnotí zprávu MRB, a jakmile ji shledají přijatelnou, oprávní provozovatele k začlenění všech použitelných požadavků na údržbu popsanych ve zprávě do jeho počátečního programu údržby. [3]

4.2.2 MPD – Předpis pro údržbu

MPD, tedy Maintenance Planing Document obsahuje:

- a) Stručné seznámení s letadlem.
- b) Základní poučení o vytváření programu údržby.
- c) Definice použitých pojmů a zkratk.
- d) Program údržby pohonné jednotky a letadlových systémů (například: klimatizace, autopilot, elektrická energie atd...).
- e) Program prohlídek draku.
- f) Program inspekce podle zón letadla. (Inspekce podle zón zdokonaluje kontroly jednotlivých částí letadla. Jedná se zpravidla o vizuální kontrolu.)

- g) Úkony údržby stanovené podle letových hodin.
- h) Úkony údržby stanovené podle cyklů (1 cyklus = vzlet + přistání).
- i) Úkony údržby stanovené podle kalendářní doby.
- j) Vyrovnaný plán údržby.
- k) Traťová údržba.
- l) Reference na AMM
- m) Rotační části.
- n) Přístupová místa a inspekční otvory.
- o) Povinné opakující se servisní bulletiny. [4]

Pozn. Jedná se o stručný výpis z MPD pro Saab 340. Pro různá letadla mohou být MPD různá, ale základní koncept zůstává stejný.

Některé práce (Tasky) se mohou vyskytnout ve více kapitolách. Je to z toho důvodu, aby se provozovatel snáze orientoval v celém rozsáhlém dokumentu (Saab 340 má 660 stran). Jednoduše řečeno, pokud ho například zrovna zajímá jen vliv kalendářní doby na údržbu letadla, má všechny úkony pěkně seřazeny v jedné kapitole a nehrozí, že nějaký opomene. Přitom jsou zde Tasky z kapitol d, e a f.

Důvod proč se životnost součástí, a tedy i jejich údržba, udává v různých „jednotkách“ je následující:

- Na úkony stanovené podle hodin má vliv hned několik faktorů. Mezi nejhlavnější můžeme napsat:
 - Únava materiálu vlivem proměnného namáhání draku letadla během letu.
 - Opotřebení třecích součástí. Hlavně ložiska v motorech a jiných rotačních strojích (generátor elektrické energie, čerpadla, reduktor, vrtule atd.).
- Na úkony stanovené podle cyklů. Cykly letadla mají největší vliv na:
 - Podvozek letadla
 - Drak letadla (násobky přetížení při dosednutí)
 - Motory (spouštění motoru a maximální vzletový režim jsou nejzátěžovější režimy motoru).

- Na úkony stanovené podle kalendářní doby. Tyto úkony se zaměřují hlavně na kontrolu koroze, nouzového vybavení, tlakových lahví atd.

Na závěr je nutno zmínit, že moderní MPD se sestavují podle filozofie MSG-3.

Ilustrační příklady jednotlivých stran MPD jsou uvedeny v Příloze A.

5 ÚLOHA PROVOZOVATELE V ÚDRŽBĚ LETADEL

Na světě je mnoho leteckých úřadů, které vydávají osvědčení provozovatelům za různých podmínek. Jelikož Česká republika spadá pod letecký úřad EASA, budu se zabývat pouze provozovateli certifikovanými dle evropských předpisů.

Provozovatel je fyzická nebo právnická osoba, která provozuje obchodní leteckou dopravu podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1899/2006. Toto nařízení je známo hlavně díky příloze EU OPS 1 (pro letouny) a EU OPS 3 (pro vrtulníky).

K tomu, aby provozovatel byl oprávněn provozovat svou činnost se sídlem v členském státu Evropské unie, musí získat certifikát Osvědčení leteckého provozovatele (AOC – Air operator's certificate.) V tomto osvědčení jsou popsány podmínky, za jakých musí provozovatel provozovat své letadla (například: podmínky pro personál, podmínky pro vybavení atd...).

Provozovatel musí úřadu umožnit přístup do své organizace a do svých letounů s ohledem na údržbu i do organizace schválené podle Part 145 zapojené do údržby letounů. Provozovatel musí splnit požadavky na údržbu v souladu s Part M u všech letounů provozovaných za podmínek AOC. Provozovatel nesmí provozovat letoun, pokud jeho údržba nebyla provedena a letoun nebyl uvolněn do provozu organizací řádně oprávněnou k údržbě nebo uznanou podle Part 145, kromě předletových prohlídek, které nemusí nutně provádět organizace podle Part 145. [5]

5.1 Organizace k řízení zachování letové způsobilosti

I když hlavní odpovědnost za letovou způsobilost zůstává na provozovateli, je tu ještě jedna důležitá organizace, a to Organizace k řízení zachování letové způsobilosti dle Nařízení Komise (ES) 2042/2003, přílohy Part M, Hlava G.

Tuto organizaci si může provozovatel zřídit sám pro svá letadla nebo se může jednat o nezávislou organizaci, u které si provozovatel služby objednává nebo kombinace obou možností (provozovatel má zřízenou vlastní organizaci a ta přijímá i objednávky odjinud).

Jak již bylo řečeno, jedná se o v podstatě samostatnou certifikovanou organizaci, která jako taková musí mít i svůj výklad organizace schválený úřadem. Musí splňovat požadavky na personál i pracovní prostory a vybavení. V tomto případě se jedná o dostatečně vybavené kanceláře a přístup k aktuálnímu MPD.

Z hlediska údržby letadel spočívá hlavní úloha Organizace k řízení zachování letové způsobilosti ve tvoření a dohlížení nad programem údržby. Tento program údržby musí být schválen úřadem. Program údržby musí být vypracován pro každé jednotlivé letadlo (není možné vypracovat jediný program údržby pro více jak jedno letadlo, i když jsou shodného typu a stejně využívána). Dále musí zajistit, že:

- Veškeré zjištěné závady a defekty budou odstraněny organizací oprávněnou k údržbě.
- Součásti s omezenou dobou životnosti budou včas vyměněny.
- Předání letadla příslušné organizaci k údržbě kdykoliv je to nezbytné.
- Veškeré použitelné příkazy k zachování letové způsobilosti (AD) s vlivem na zachování letové způsobilosti jsou včas provedeny.

Koordinovat všechny výše zmíněné aspekty v jeden celek.

5.2 Program údržby

Program údržby je dokument vydávaný Organizací pro řízení a zachování letové způsobilosti, podle kterého provozovatel letecké techniky zabezpečuje vykonání potřebné údržby v pravý čas. Program údržby se vydává vždy pro jedno konkrétní letadlo.

Pro program údržby letadla platí tyto zásady:

- Údržba každého letadla musí být prováděna v souladu s jeho programem údržby.
- Program údržby a jeho jakékoliv změny musí být schváleny úřadem.
- Program údržby letadla musí vyhovět:
 - instrukcím vydaným příslušným úřadem.
 - instrukcím pro zachování letové způsobilosti.
 - doplňujícím instrukcím navrženým vlastníkem nebo organizací k řízení zachování letové způsobilosti.

- Program údržby musí obsahovat podrobnosti zahrnující četnost veškeré prováděné údržby, včetně jakýchkoliv zvláštních úkolů.

Program údržby letadla musí podléhat pravidelným revizím a v případě nutnosti musí být odpovídajícím způsobem pozměněn. Účelem těchto revizí je zajistit, aby program zůstal platný i vzhledem k provozním zkušenostem a instrukcím příslušného úřadu a byly přitom brány v úvahu nové nebo upravené předpisy pro údržbu zveřejněné držitelem typového osvědčení (TC).

Task	Code	Description	Zone	References	Interval	UOM	Efect.
System and Powerplant Program							
21		AIR CONDITIONING					
21-21		AIR CONDITIONING, DISTRIBUTION COCKPIT					
212102	MRB	Vacuum clean filter. P/N. 471749	131	AMM: 21-21-05/401,701	800	FH	CC
212104	MRB	Filter replacement. P/N: 471749	131	AMM: 21-21-05/401 IPC:21-20-00 Fig.1	3000	FH	CC
212106	MRB	Filter replacement P/N QB0441	210,161	AMM:21-21-05-401 IPC:21-20-00 Fig. 1	4000	FH	CC
21-22		AIR CONDITIONING, DISTRIBUTION CABIN					
212202	MRB	Vacuum clean filter.	145, 161	AMM:21-22-05-401, 21-22-05-701	800	FH	CC
212204	MRB	Filter replacement P/N 471750	145,161	AMM:21-22-05-401 IPC:21-20-00 Fig. 1	1800	FH	CC
212207	MRB	Filter replacement P/N QB0443	145,161	AMM:21-22-05-401 IPC:21-20-00 Fig. 1	2400	FH	CC

Obrázek 4 Výňatek z programu údržby pro SAAB 340

Ilustrační stranu jiného programu údržby naleznete v Příloze B.

Požadavky MRB jsou základem, z něhož provozovatelé odvozují svůj počáteční program údržby (viz kapitola 4.2.1 Práce výboru pro plánování údržby MRB).

Systém údržby a oprav velkých dopravních letadel zabezpečuje požadovanou úroveň provozní spolehlivosti, bezpečnosti a pravidelnosti přepravy. Komplex ošetření, údržby a oprav rozdělujeme do dvou oblastí:

- 1) Plánovaná údržba: plánované profylaktické práce spojené v podstatě s předcházením (prevencí) závad a poruch.
- 2) Neplánovaná údržba: práce spojená s odstraňováním nepředvídaných závad a poruch vzniklých za provozu letadla.

Plánovaná a neplánovaná údržba jsou dále doplňovány prováděním nově zavedených bulletinů.

Ve všech případech základní požadavek na údržbu spočívá v tom, že údržba a opravy mají zajistit, aby byla dosažena maximální pravděpodobnost toho, že v libovolný okamžik bude letadlo v odpovídajícím technickém stavu, tj. ve stavu odpovídajícím

předpisům pro letovou způsobilost (OLZ), schopné k plnění stanovených úkolů (u dopravního letadla tzn. plnění přepravní úlohy) a náklady na práci, čas i prostředky pro udržení potřebného technického stavu budou minimální.

V závislosti na druhu dopravního letadla a charakteru jeho provozu je plánovaná údržba prováděna podle následujících kritérií:

- a) Po dosažení stanoveného počtu nalétaných hodin nebo počtu přistání.
- b) Po dosažení stanovených kalendářních lhůt.
- c) Podle kritéria a) a b) současně

Kritérium a) se používá zpravidla při intenzivním provozu. To je v současné době většina dopravních letadel tzv. západních provozovatelů. Kritérium b) se používá při malé intenzitě provozu a když přicházejí v úvahu vlivy stárnutí, koroze konstrukce apod. Kombinace obou kritérií při předepisování plánované údržby se použije hlavně tehdy, je-li intenzita provozu letadel značně nerovnoměrná.

Podle metody a charakteru prováděných profylaktických prací při plánované údržbě jsou užívány u velkých dopravních letadel následující 3 strategie údržby:

- 1) Údržba podle pevných lhůt (hodinových, počtu přistání nebo kalendářních).
- 2) Údržba podle stavu konstrukce a celku.
- 3) Údržba řízená na základě analýz poruchovosti.

Plánovanou údržbu lze rozdělit:

- a) Operativní údržba (ošetření).
- b) Periodická údržba (prohlídky – revize).

Do operativní údržby zahrnujeme zejména předletová a poletová ošetření letadel. Patří sem také ošetření při krátkodobém stání letadla. Hlavním posláním těchto ošetření je přesvědčit se vnější prohlídkou o správném technickém stavu letadla a jeho letové způsobilosti, zjistit a odstranit vzniklé závady, pokud průběhová doba stání na jejich odstranění postačuje.

Periodická plánovaná údržba je prováděna formou prohlídek (revizí). Je charakterizována podstatně větším objemem prací ve srovnání s operativní údržbou. Příklad rozdělení prohlídek je uveden v následující tabulce. Jedná se o prohlídky letadla IL-62M, což je letoun starší konstrukce (i když se vyráběl až do roku 1999). Současný

trend samozřejmě směřuje k nejdelším intervalům mezi prohlídkami tak, aby letadlo produkovalo co největší zisk a ekonomiku provozu.

Druh prohlídky	Označení	Interval	Tolerance intervalu
Prohlídka 1	P1	300 h nebo 4 měsíce	± 30 h / ± 15 dní
Prohlídka 2	P2	900 h nebo 12 měsíců	± 30 h / ± 1 měsíc
Prohlídka 3	P3	1800 h nebo 24 měsíců	± 30 h / ± 1 měsíc
Prohlídka 4	P4	3600 h nebo 48 měsíců	± 30 h / ± 1 měsíc

Tabulka 1 Rozdělení prohlídek (revizí) pro IL-62M

Druhy prováděných prací a jejich rozsah jsou u stejných druhů stejné a jsou přesně vymezeny v technologických postupech. Každá následující forma revize obsahuje práce zahrnuté do předchozích prohlídek a k tomu ještě další práce související s následující vyšší formou prohlídky. To znamená, že při prohlídce P3 se provádějí práce obsažené v P1 a P2.

[6]

Výše zmíněná tabulka popisuje prohlídky IL-62M. Pro letadla ze západních zemí se ujal původní anglický název Check. Tyto „checky“ se dělí do následujících skupin:

- A Check
 - Tento Check se provádí přibližně okolo 500 letových hodin nebo každý měsíc. Jedná se o lehkou údržbu, která se většinou provede přes noc.
- B Check
 - Jedná se také o lehkou údržbu. Prováděna přibližně po 3 měsících.
- C Check
 - Zde se již jedná o těžkou údržbu. Na provedení je potřeba dobře vybavený hangár. Provádí se demontáž klíčových částí letadla. C Check se opakuje přibližně každého jednoho a půl roku.
- D Check
 - Jedná se o nejtěžší údržbu. Provádí se přibližně jednou za 4 až 5 let. Dojde ke kompletní demontáži a inspekci letadla.

Pozn. Jednotlivé lhůty „checků“ jsou uvedeny jen orientačně. Pro různá letadla mohou být tyto lhůty různé.

Provozovatelé příslušných typů letounů jsou silně vybízeni k zavedení zprávy MRB nebo jejích změn v souladu s ustanovenými postupy. Pro provozovatele podobných letounů a v závislosti na provozovatelově kvalifikaci a celkové zkušenosti s údržbou mohou být Státem zápisu do rejstříku schváleny změny počátečních intervalů programu údržby.

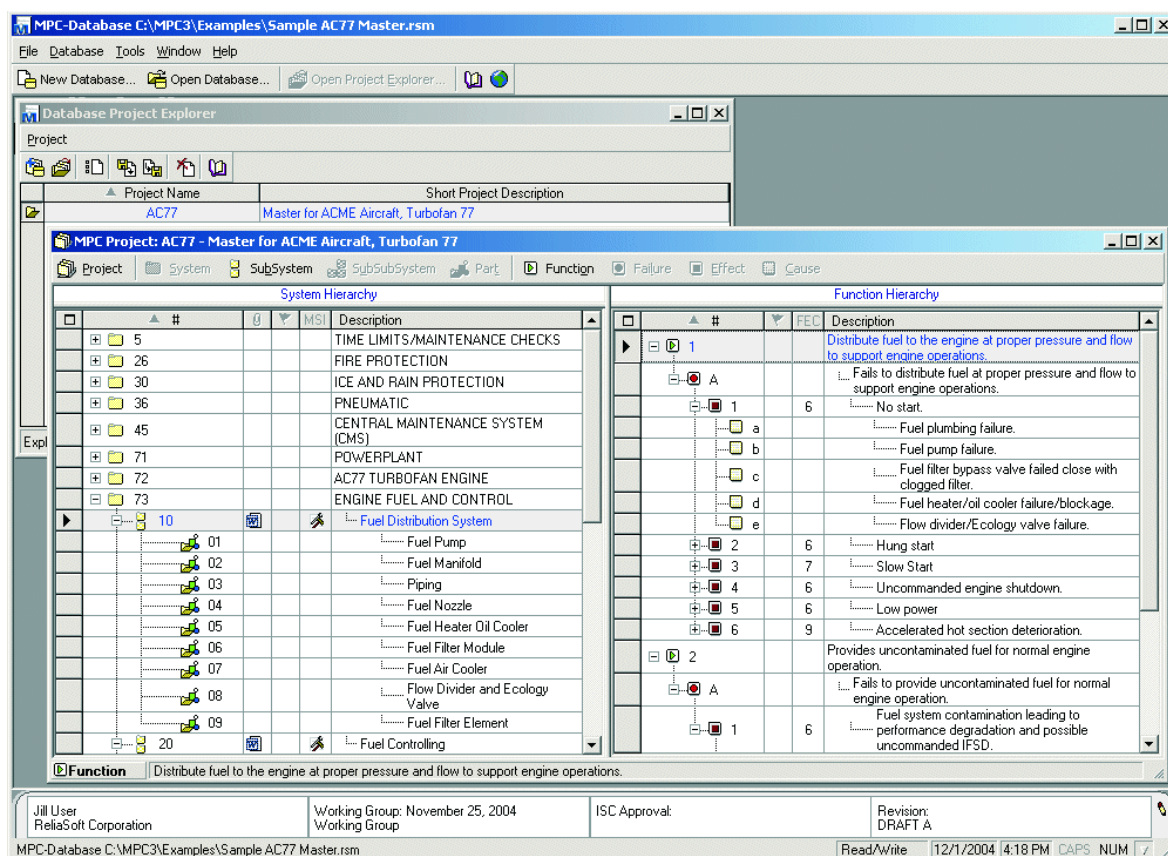
Se souhlasem regulačního úřadu se mohou provozovatelé rozhodnout odchýlit se od zprávy MRB nebo její změny. V tomto případě mohou být Státem zápisu do rejstříku uloženy další dodatečné požadavky na jejich program údržby, aby bylo zajištěno udržení srovnatelné míry bezpečnosti.

Ze zpráv MRB mohou vzniknout závazné, či nezávazné AD.

5.2.1 Počítačový software pro program údržby.

I když se tvůrci MPD snaží o co nejjednodušší orientaci v textu, tak příprava programu údržby za pomoci MPD je zdoluhavá a složitá věc. Proto je celkem logické, že se na trhu objevily produkty, které tento proces mohou usnadnit a urychlit s využitím moderní výpočetní techniky. Takové počítačové programy samozřejmě nejen program údržby vytváří, ale také ho pomáhají udržovat v aktuální podobě (implementace AD).

Mezi takové počítačové programy patří i MPC 3: Maintenance Program Creation Software. Tento software je přímo určen pro vytváření programu údržby v letectví a MSG-3 mu není cizí. Systém pracuje s celým letadlem a jeho částmi (pohonná jednotka, drak, systémy) rozdělených podle všeobecně známé normy ATA 100. Je schopen projít přes všechny fáze plánování až k finálnímu dokumentu. (Finální program údržby dovede vytvořit ve formátu kompatibilním s Microsoft Word.) Operátor softwaru do něj může vkládat aktuální informace o stavu jednotlivých celků, systémů a podsystému letadla (například po tvrdším přistání se skokově snížila životnost podvozku nebo na určitém zařízení došlo k poruše, i když ještě bylo v mezích životnosti). Díky těmto informacím může MPC 3 napomoci s vytvořením charakteristik spolehlivosti.



Obrázek 5 Ukázka softwaru MPC 3

[8]

6 ÚDRŽBOVÁ ORGANIZACE

EASA rozlišuje dva druhy údržbových organizací:

- 1) Údržbová organizace podle Part 145 (příloha k nařízení 2042/2003)
- 2) Údržbová organizace podle Part M Hlava F (taktéž příloha k nařízení 2042/2003)

Jejich předpisový základ je velice podobný. Hlavní obecný rozdíl mezi nimi je, že organizace podle Part M je pro malá jednoduchá letadla (například Cessna R150), kdežto organizace podle Part 145 slouží obecně pro všechny druhy letounů a vrtulníků. Hlavní přínos organizace podle Part M je v tom, že předpisy pro ni a její personál nejsou tak přísné a může si dovolit například skromnější, méně vybavené prostory. Takové zjednodušení vede ke snížení nákladů na údržbu malých letadel při zachování vyhovující kvality údržby.

Údržbová organizace bývá někdy nazývána zkratkou MRO (Maintenance, repair and overhaul nebo Maintenance and repair organization).

6.1 Údržbová organizace podle Part 145 (MRO)

Aby taková organizace mohla získat oprávnění k údržbě, musí dostat od úřadu certifikát. K tomu aby certifikát dostala, musí splnit řadu požadavků:

- Úřadem schválený rozsah práce.
- Zajistit vhodné prostory pro všechny práce.
 - Dostatek prostoru na dílně
 - Kanceláře
 - Skladovací prostory
 - Dodržovat vhodné pracovní prostory s ohledem na:
 - Teplotu vzduchu.
 - Prach a jiné znečištění vzduchu.
 - Osvětlení.
 - Hluk.
 - Pracovní prostory pro traťovou údržbu musí být umístěny tak, aby práce mohla být prováděna bez rozptylování. Pokud se pracovní podmínky zhoršují (vítr, déšť, námraza apod.), tak práce musí být přerušeny až do napravení podmínek.
- Splňovat požadavky na personál (odpovědný vedoucí, osvědčující personál kategorie B a C, kontrola jakosti, podpůrný personál).
- Splňovat požadavky na nářadí a vybavení (vhodné nářadí, potřebné přípravky, manipulační plošiny, zvedací zařízení atd.).
- Uchovávat platné údaje pro údržbu.
- Uchovávat záznamy o údržbě (po 3 roky od uvolnění letadla nebo letadlového celku).

[7]

6.2 Postup plánování údržby v organizaci dle Part 145

Následující body popíší chronologický sled činností při plánování údržby v organizaci dle Part 145.

- 1) Musí vzniknout požadavek od zákazníka, což je zpravidla provozovatel, který musí svému letadlu zajišťovat OLZ (osvědčení o letové způsobilosti) a tedy i v souladu s programem údržby včas kontaktovat údržbovou organizaci.
- 2) Požadavek od zákazníka putuje na obchodní oddělení. V současné době bývá požadavek zasílán elektronicky e-mailem v podobě přehledné tabulky v různých formátech (nejčastěji formát PDF nebo xlsx = Microsoft Excel).

1	REV: 0	Job Cards	Interval	Remarks	Rev	Date: 29.06.12
2	ES-ASM	282001	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
3	ES-ASM	284101	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
4	ES-ASM	5512-332-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
5	ES-ASM	5512-332-81I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
6	ES-ASM	5532-323-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
7	ES-ASM	5551-332-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
8	ES-ASM	5551-332-81I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
9	ES-ASM	5711-501-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
10	ES-ASM	5711-521-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
11	ES-ASM	5711-522-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		
12	ES-ASM	5711-523-80I	4Y	INCLUDING INCLUDED TASKS		

Obrázek 6 Část zakázky od zákazníka

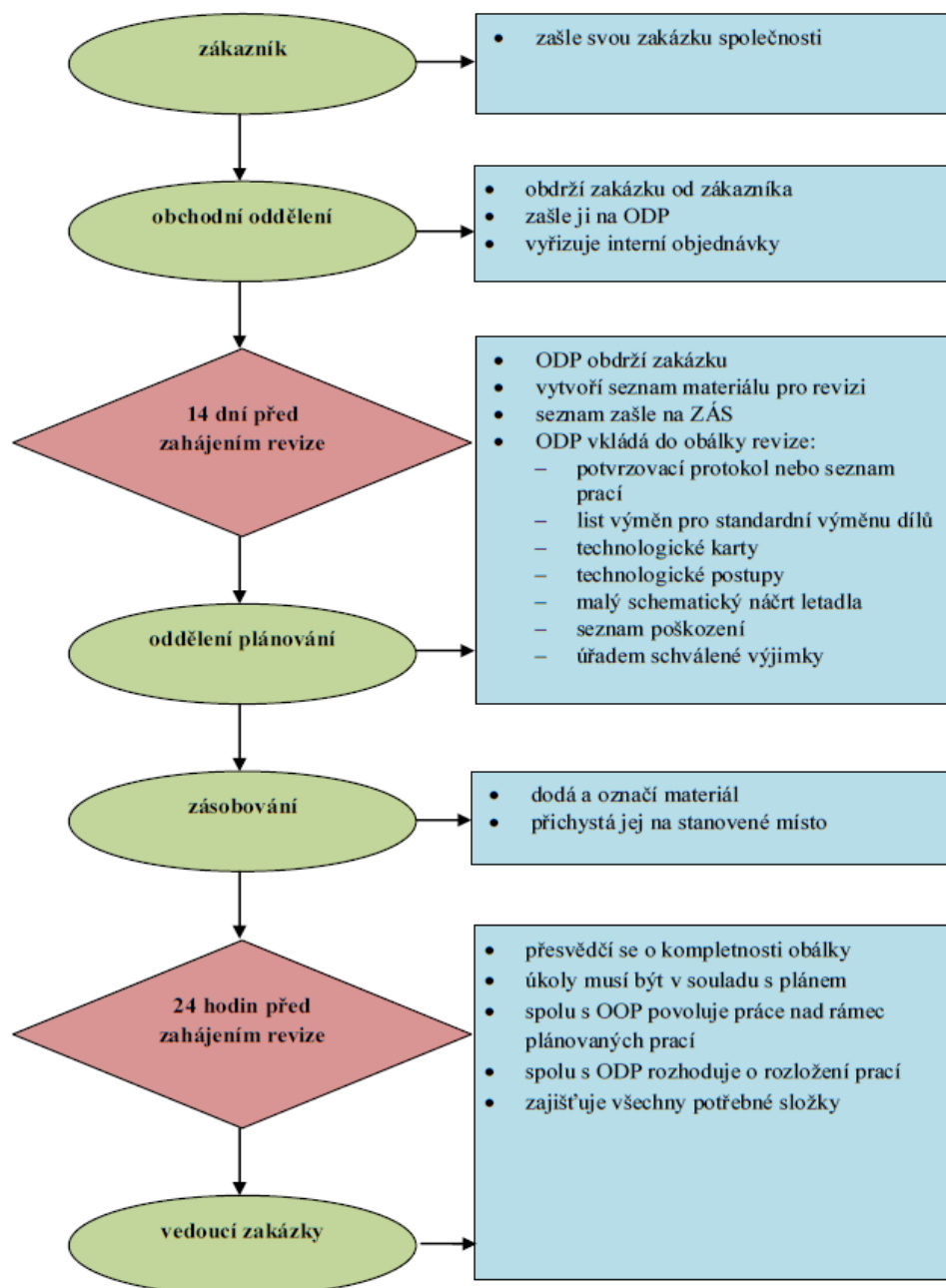
Z této tabulky je pro plánování nejdůležitější sloupeček Job Cards, jenž obsahuje kód, podle něhož jde příslušný úkol vyhledat v MPD daného typu letadla. Zde je uveden jen krátký výstřížek ze skutečné tabulky jako příklad. Skutečná objednávka je několikastránkový dokument.

- 3) Po dohodě na obchodním oddělení putuje zakázka na oddělení plánování údržby. Na plánování údržby obdrží od obchodního oddělení seznam tzv. „Tasků“ (z anglického task = úkol). Plánování údržby na základě těchto Tasků vytvoří kalkulaci. Při tvorbě kalkulace se používá výpočetní technika s příslušným softwarem (firma Job Air používá software Quantum viz níže). V kalkulaci je obsaženo:

- a. Kolik pracovních hodin jednotlivé práce i celá zakázka zaberou.
- b. Jaký bude potřeba materiál.

- c. Časový odhad na nepředpokládané závady a defekty.
- i. Nepředpokládané závady a defekty jsou takové, se kterými plán údržby provozovatele nepočítá, ale mohou se vyskytnout a zjistí se právě až při údržbě.
 - ii. Četnost nepředpokládaných závad a defektů se liší typem letadla a samozřejmě i rozsahem údržby (malá údržba neobjeví mnoho závad a defektů).
 - iii. Například při 3000 základních pracovních hodinách může být časový odhad na nepředpokládané závady a defekty i dalších 1500 hodin.
- 4) Takto vytvořená kalkulace putuje zpět na obchodní oddělení, kde probíhá následná dohoda se zákazníkem a podepsání smlouvy, ve které je potřeba mimo jiné i ujasnit jak dlouho údržba potrvá a samozřejmě cenu.
- 5) Zákazník zaplatí zálohu.
- 6) Obchodní oddělení vyšle interní objednávku. Interní objednávka musí být vyslána včas, tj. asi 14 dní před zahájení revize, aby byl dostatek času podrobně naplánovat práce a sehnat potřebný materiál a náhradní díly.
- 7) Oddělení plánování vytvoří potřebné Job Cards, které vycházejí z dohody se zákazníkem. Tyto Job karty jsou interní dokumenty údržbové organizace. Karty jsou pak rozděleny do jednotlivých tematických celků (podvozek, mechanizace křídla, avionika, interiér apod.) a jsou předány na dílnu technikům. Ke kartám je přiložen i výňatek z Job Card výrobce, který s kartou koresponduje. To znamená, že například k Job kartě pro kontrolu vůle uložení klapek, bude přidána karta například s popisem postupu práce a technickým výkresem nebo u motorových zkoušek zde bývá přiložen dokument o motorové zkoušce, kde se parametry motoru zapisují. Všechny Job karty jsou ještě shrnuty na centrálním dokumentu Tally Sheet (záznamový list). Celý soubor prací a tedy karet vytváří tzv. Work Pack (WP). Názornou ukázkou a popis záznamového listu a karet naleznete níže v kapitole 5.2.1 Popis Job Cards.
- 8) Když je vše připraveno, může začít vlastní revize. Během ní může zákazník ještě po dohodě některé požadavky přidat, rozšířit nebo naopak zrušit.

- 9) Při odhalení závady nebo defektu v průběhu revize je stanoven cenový limit automatických oprav. V průběhu revize je vždy přítomen zástupce zákazníka, který podobné problémy může řešit na místě. Takové závady můžeme rozdělit do dvou kategorií.
- a. Závady a defekty, jenž neohrožují bezpečnost a letuschopnost letadla a tudíž jejich odstranění lze odložit.
 - b. Závady a defekty, jenž ohrožují bezpečnost a letuschopnost letadla a tudíž jejich odstranění nelze odložit.
- 10) Veškerá provedená údržba a opravené letadlové celky musí mít doklad Osvědčení o uvolnění oprávněnou osobou, který slouží jako potvrzení, že práce byla vykonaná a zkontrolována technikem letecké údržby s příslušnou kvalifikací. Poté letadlo může dostat finální dokument CRS (Certificate for Release to Service).
- Ukázkový dokument CRS naleznete v Příloze C.*
- 11) Proběhne finální kalkulace, kde zákazník ke své záloze doplatí zbytek plánované ceny. Náklady na neplánované závady a defekty se uhradí o něco později. S pozdějšími úhradami nebývá ze strany zákazníka problém.



Obrázek 7 Schéma postupu zakázky


6.3 Systém Job Cards (Pracovních listů)

Následující dokumenty nejsou vázány žádnou normou. Jedná se o interní dokumenty údržbové organizace (v tomto případě Job Air Technic). Jsou zde uvedeny pro názornou představu o tom, co taková dokumentace o údržbě obsahuje.

Tally sheet (Záznamový list)

Je to dokument, který obsahuje seznam všech prací. Zjednodušeně se dá říci, že je to „obsah“ k celému balíku Job Cards.

- a. V kolonce WP je napsáno číslo Work Packu. Číslo se generuje automaticky v počítačovém systému (Quantum). Slouží k přesné evidenci celého souboru práce na konkrétním letadle. Slouží k tomu, aby se nemíchaly Job karty nové se starými, pokud se shoduje imatrikulace a výrobní číslo letadla (stejně letadlo, které je např. po roce znovu v servisu).
- b. Vpravo nahoře jsou kolonky, které blíže specifikují WP. Je zde uveden zákazník (Cust.), typ letadla, výrobní číslo letadla a imatrikulace (Effect code a Line number jsou další rozlišující znaky pro letadla Boeing).
- c. Seq. No. (sequence number) znamená sekvenční číslo a v podstatě se jedná o číslo job karty.
- d. Task No. je kód job karty v MPD.
- e. Work required udává stručný popis práce. Přece jen strojům se pracuje lépe s čísly, ale lidem lépe s textem. Snáze si díky tomu udělají představu o konkrétní kartě.
- f. Do kolonky F/D se zapisuje, zda-li práce byla dokončena nebo odložena. Finished/Deferred.
- g. Date značí, kdy byla práce dokončena.
- h. Sign znamená podpis a razítko toho, kdo práci provedl.
- i. NRC no Raised znamená číslo Non Routine Card. NRC jsou dokumenty, kde se zapisují nečekané závady nalezené v průběhu práce.
- j. Dole v posledních kolonkách je podpis a razítko technika údržby, který zkontroloval, zda byly řádně provedeny všechny práce.

 CZ. 145.0054	JOB CARD Tally Sheet		Cust: AS ESTONIAN AIR	A/C Reg:	ES-ASM
				A/C Type: Saab 340	
	WP: W2008			A/C S/N: 340-132	Line No:

Seq. No.	Task Card No.	Work Required	F / D	Date	Sign	NRC No Raised?
221009	216004/2	Bench check of supply duct overtemperature switch.		17.8.2012		
221010	217001	Operational check of air ventilation tail cone shut-off valve.		23.8.2012		
222001	221001	Functional test of the servo slip clutches.		14.8.2012		
222002	221002	Visual check of servo and servo mount mechanical installation including capstan cables for condition air		17.8.2012		
222003	221004	Functional check of capstan cable tension.		20.8.2012		
223001	233001	Check emergency call function		9.8.2012		
223002	235001	Operational check of REU emergency function		9.8.2012		
223003	237002	Test of CVR for four channel operations including audio levels and sound quality.		9.8.2012		

■ ■ ■ ■
 ■ ■ ■ ■
 ■ ■ ■ ■

226005	262104/1	Check crossover check valve L/H.		13.8.2012		
226006	262104/2	Check crossover check valve R/H.		13.8.2012		
226007	262201	Functional check of electrical circuit excluding cartridges.		13.8.2012		
226008	262105	Functional check extinguishing circuit excluding cartridges.		13.8.2012		
227001	271101/1	Inspect control system in LH wing for security and general condition.		11.8.2012		
227002	271101/2	Inspect control system in RH wing for security and general condition.		11.8.2012		

I hereby certify that all Tasks listed on page 9 has been checked and signed.	Name:	Sign and Stamp:	Deferred any items? Y/N	Printed by: KAMIL LANIAK	Page 9 of 21
---	-------	-----------------	--------------------------------	--------------------------	--------------

14.5.2012

Obrázek 8 Tally Sheet

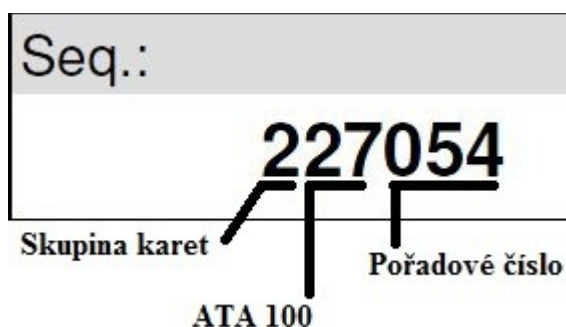
Job Card

Je dokument, v němž je zapsán požadavek na určitou údržbářskou práci. Dále je zde stručný popis práce a potřebného materiálu a záznam kdo práci provedl a zkontroloval.

- a. Job Card obdobně jako Tally sheet obsahuje v horní hlavičce informace o Work Packu, základní informace o letadle (typ, sériové číslo S/N, imatrikulace, provozovatel). Dále samozřejmě obsahuje již své číslo sekvence (Seq.) a k tomu příslušné číslo Tasku. Číslo Seq. a číslo WP je zde uvedeno ve formě čárového kódu pro načtení práce do počítače. Číslo Seq. se řadí podle následujícího pravidla:

První číslice: Skupina karet dělených dle účelu:



1. Práce při přejímce letadla do servisu.
2. Klasické údržbové práce.
3. Customer.
4. Práce vyžadované PZZ (AD).
5. NRC.
6. Přidané práce do probíhající údržby z podmětu zákazníka.
7. Nepoužívá se.
8. Dokumenty pro obchodní oddělení.
9. Práce spojené s uvolněním letadla.





Obrázek 9 Značení Job Cards

- b. Kolonky Model Series, Ident Code, Efekt. Code, Block Number, Basic number a Line number opět slouží k bližšímu určení letadel Boeing.

- c. Další blok obsahuje čárový kód pro začátek a konec práce tak, aby počítačový systém mohl zaznamenávat odpracované hodiny. Blok ještě obsahuje kolonku Reference, kde odkazuje na příslušnou část Příručky pro údržbu (AMM).
- d. Následující blok, Action, vyplňuje mechanik. Zaznamenává zde, co za práci provedl. Nesmí samozřejmě chybět razítko a podpis.
- e. Do kolonek Component Changes se zapisují součásti, které byly demontovány nebo namontovány. Nesmí chybět samozřejmě jejich serial number SN a umístění součásti pro snadnou lokaci (hlavně u částí, které jsou na letadle mnohokrát jako například sedadla, okénka apod.).
- f. Blok Defect Found slouží k zaznamenání nečekaných defektů a obsahuje odkaz na NRC, kde je defekt popsán podrobněji.
- g. Kolonka Material slouží k zápisu o potřebě a použití spotřebního materiálu (jako například klasické šrouby, na něž nejsou kladeny zvláštní nároky, těsnění apod.)
- h. Poslední kolonka slouží pro podpis a razítko technika.

JOB CARD jobair <small>TECHNIC</small>	WP: W2008	WP Bar Code 		Cust: AS ESTONIAN AIR	
	Seq.: 227054	Seq. Bar Code 		A/C Type: Saab 340	
	Task: 273107			A/C S/N: 340-132	
				A/C Reg: ES-ASM	
Model Series	Ident Code	Effect. Code	Block Number	Basic Number	Line Number

Start:  1354855	Reference: AMM 12-20-00	Stop:  18873S
--	-----------------------------------	--

Work Required:

Lubricate elevator bearings.

Action:	Date	Performed by

Component Changes		
P/N	S/N	Position/Location/Side
ON		
OFF		
ON		
OFF		
ON		
OFF		

Defect Found?	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	NRC No.	Found by

Material				
P/N	Description	QTY	Used QTY	Used SN/BN

Certification				
Date	Sign and Stamp	Double Check (if required) <input type="checkbox"/>	Total Time (hours only)	<small>Certifies that work specified, except as otherwise specified, was carried out in accordance with PART 145 and in respect to that work the Aircraft/Aircraft component is considered ready for release to service</small>

WP: W2008
JAT-TD-004

Sequence: 227054

Printed by: KAMIL LANIAK

Print Date: 19.10.2012

Page: 1 of 1

Obrázek 10 Job Card

Non Routine Card

NRC neboli Non Routine Card slouží k zápisu neplánovaných defektů a závad.

- a. Hlavička NRC opět obsahuje informace o čísle WP, Seq, informace o letadle apod. Ovšem má i tyto odlišnosti:

- a. Číslo NRC, kde jsou pro základní identifikaci důležité první dvě číslice. První číslice vždy 5, protože značí NRC (viz značení Seq.). Druhá číslice značí oblasti práce na letadle:

- 1 Motor
- 2 Podvozek
- 3 Interiér
- 4 Exteriér
- 5 Avionika
- 6 Klempířské práce
- 7 Kompozitové díly a lakýrnické práce

Další číslice jsou opět pořadové.

Pozn. Číslování opět nepodléhá žádné normě, jedná se o konkrétní systém použitý v Job Airu a je zde uveden pro názornou ukázkou.

- b. Další odlišnou kolonkou je kolonka pro schválení opravy od zákazníka (Customer Approval). Zde zákazník určí, zda-li chce provést opravu hned nebo odložit. Samozřejmě se mohou vyskytnout i závažné defekty, které se neslučují s bezpečným provozem letadla. V těchto případech zákazník nemá moc na výběr.
- b. Dále NRC obsahuje blok, kam se zapisuje slovně popis defektu (Report).
- c. Blok informující o potřebě náhradních dílů.
- d. Nakonec vpravo dole je blok, kde se zaznamenávají podpůrné práce. (Například výroba potřebného dílu na zámečnické dílně.)

6.4 Počítačový software Quantum Control

Quantum Control je produkt firmy Component Control sídlící v San Diegu, jenž se zabývá vývojem počítačového softwaru pro letectví v oblasti MRO a logistiky (MRO = Maintenance, Repair, Overhaul). Tato firma zvítězila i v soutěži Nejlepší poskytovatel IT softwaru 2012 v letectví (Best IT Software Provider). Quantum je navrhnut tak, aby podporoval nařízení FAA. Funkce Quantum Control pokrývají:

- MRO
- Servis letadel
- Hangár Managment
- Výrobu
- Účetnictví a financování

V těchto základních blocích umí Quantum vytvářet závislosti a zpracovávat oblasti:

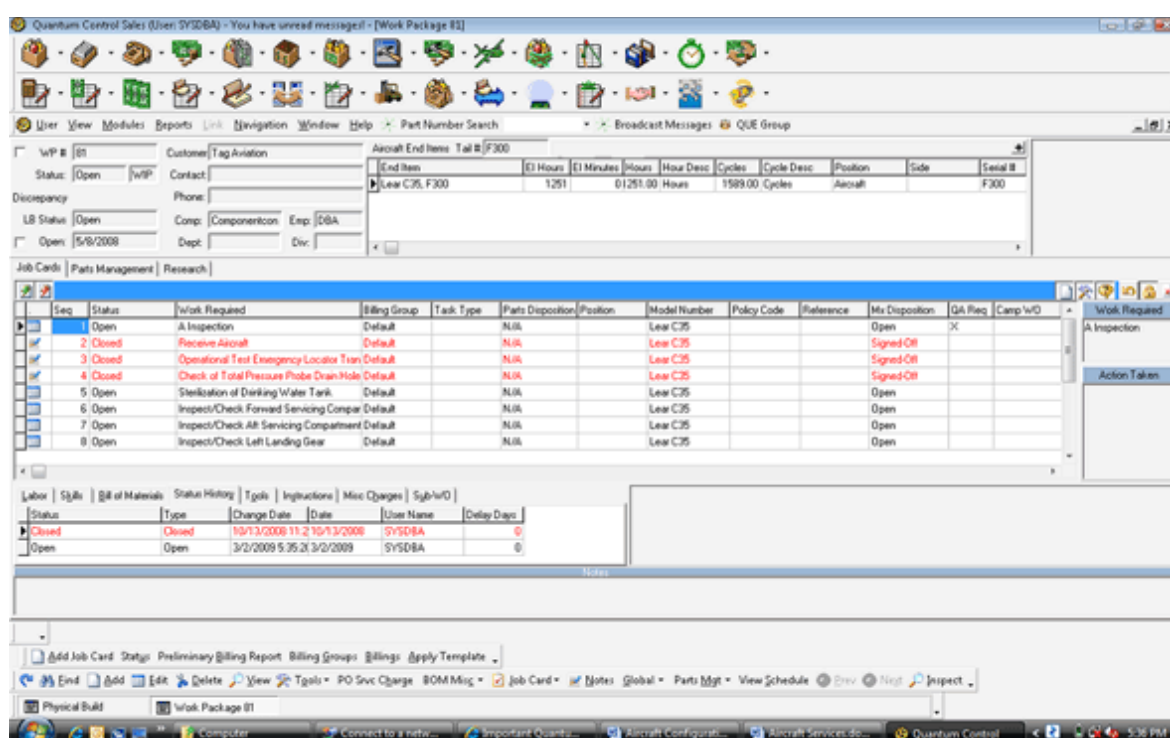
- Správy a vytváření Job Cards (i tisk)
- Záznamy o provedené práci
- Sklad
 - Dohled nad spotřebním materiálem
 - Dohled nad letadlovými díly
- Dohled nad náklady a ziskem
- Fakturace
- Seznam pracovníků

Tento software neklade na počítač příliš velké nároky. Dalo by se říci, že průměrné soudobé počítače nemají problém tento software provozovat. Doporučené parametry počítače jsou dány následovně:

- Procesor Intel Core i5
- Operační paměť 4GB
- Kapacita HDD 120Gb
- Monitor schopný rozlišení 1024x768

Největší požadavky kladé software na propustnost sítě. Doporučená propustnost je 1 GB. Ovšem je nutno zmínit, že tím není myšleno připojení k internetu, ale místní síť, tedy tzv. LAN. Samozřejmostí je kompatibilita s operačními systémy Microsoft Windows.

Quantum Control a jemu podobné softwary nejsou nezbytnou součástí údržbových organizací. Ani předpis něco takového nevyžaduje. Ovšem velice usnadňuje chod údržbové organizace a hlavně zrychluje práci a tudíž snižuje prostoje letadel. Údržbová organizace nemusí využívat všechny jeho funkce, ale základní filosofie je taková, že čím více informací se do systému vloží, tím pak zpětně získáme ucelenější obraz o úkonech minulých, probíhajících i budoucích.



Obrázek 12 Quantum Control

[B]

6.5 Skladové hospodářství

Skladové hospodářství patří mezi jednu z nejdůležitějších součástí plánování údržby v údržbové organizaci dle Part 145. Protože pokud v danou chvíli není na skladě potřebný náhradní díl, tak všechna doposud vynaložená práce s plánováním nemá žádný efekt. Dojde ke zpoždění práce a prodloužení prostoje letadla. Což údržbovou organizaci z hlediska ztráty zisku nemusí zasáhnout přímo. Ovšem tento zvýšený prostoj letadla nejvíce zasáhne jeho provozovatele, protože každý den, kdy letadlo stojí na zemi a nelétá (nevydělává) stojí provozovatele nemalé peníze a přichází o zisk. Údržbové organizace se

to může dotknout tak, že nespokojený zákazník (provozovatel) v budoucnu raději uzavře smlouvu o údržbě letadel s některou třeba i dražší údržbovou organizací, ale zato spolehlivější. Také se to údržbové organizace může dotknout přímo, a to když má ve smlouvě se zákazníkem stanovené jisté termíny, za jejichž nedodržení může údržbová organizace zaplatit zákazníkovi smluvené odškodné.

Proto musí údržbová organizace dbát o své sklady. Jenže to taky neznamená, že sklad bude plný součástí, o kterých nikdo neví, kdy budou potřeba. (Například je nesmysl mít na skladě několik kusů tlumičů z podvozkových noh, na něž zrovna nečeká žádné letadlo a čekat kdy výrobce vydá nový AD ohledně těchto tlumičů). Také je potřeba mít na mysli, že čím více dílů, tím větší sklad a tím také větší náklady na jeho stavbu a provoz (osvětlení, vytápění apod.).

Se skladovým hospodářstvím může opět pomoci výpočetní technika. Konkrétně systém Quantum Control. Jedna z jeho funkcí je i správa skladu a upozornění na dosažení předem stanovených limitních hodnot množství daného prvku ve skladu. Ovšem nepředpokládám, že by nastal problém se spotřebním materiálem, jako jsou například normalizované šrouby, nýty, těsnící kroužky, závlačky apod. Největší problém spočívá v náhradních dílech (lopatky dmychadla, bloky avioniky, tlumiče apod.) Držet takové díly dlouhodobě na skladu je celkem nesmysl. Zde je potřeba náhradní díly včas objednat, protože často cestují k zákazníkovi třeba i přes půl světa.

S ohledem na výše zmíněnou problematiku je potřeba ještě zmínit, že tohle všechno nemá vliv jen na zisky a náklady obou zúčastněných stran, ale také na bezpečnost. Zpožděná dodávka náhradních dílů rozhodí časový harmonogram údržby. Vedení údržbové organizace ovšem bude chtít termín odevzdání letadla dodržet, a tak vznikne tlak na koncový stupeň tohoto řetězu – mechaniky a osvědčující personál. Ti pak pracují pod zvýšeným tlakem a někdy i s dlouhými přesčasy. Je jasné, že takové stresové situace vybízejí k přehlédnutí nějaké chyby.

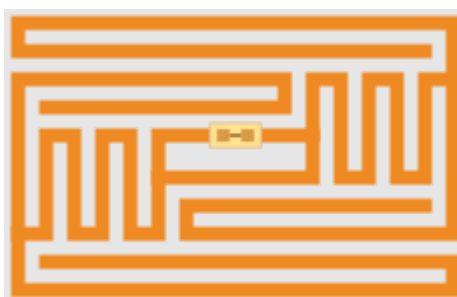
Moderní technologie skladování

Současná nepoužívanější evidence náhradních dílů je podle čárových kódů. Tato technologie je v současné době poměrně levná a její nespornou výhodou oproti starším technologiím je rychlost přenosu dat to počítačové databáze. (I Quantum umí pracovat s čárovými kódy.)

Náhradní díl ovšem může být složen z několika dalších dílů a jeho cesta ke konečnému zákazníkovi může být poměrně spleťtá. Od výrobce přes regionální

centrální sklady až po přepravu všemi možnými prostředky nebo obnovení konzervace součástí. Technologie čárových kódů ale umožňuje pouze čtení (Read Only), nikoliv zápis. Pro aktualizaci dat je potřeba vystavit nový kód. Ten však obsahuje pouze aktualizované informace, nemusí ale již obsahovat data předcházející tzv. historii.

Tento problém vyřešila firma Airbus za pomoci firmy Logica. Z čárových kódů přešel Airbus na technologii RFID (Radio Frequency Identification). RFID je bezkontaktní technologie identifikace dílů za použití radiové frekvence. Základem RFID je čip s radiovým vysílačem. Velkou výhodou je, že čip nepotřebuje přímý nebo blízký kontakt se čtečkou nebo skenerem. V objektu, kde se díly pohybují jsou zabudována bezdrátová zařízení, která zaznamenávají a ukládají informace o poloze každého dílu. Další velkou výhodou je, že RFID je schopen, na rozdíl od čárových kódů, oboustranné komunikace. To znamená, že na čip je možno zaznamenávat všechny informace v průběhu celého cyklu součástí. Informace jsou zaznamenány v digitální podobě a tím odpadá hodně práce s papírováním. Tyto záznamy jsou nahrávány na čip automaticky. Společnost Airbus zašla až tak daleko, že tyto RFID čipy jsou mnohem kvalitnější než čipy v běžné komerční sféře. Tyto čipy získaly certifikaci německého leteckého regulačního úřadu Luftfahrtbundesamt. Takto certifikované čipy se nejen pohybují po skladu a dílně, ale zůstávají na letadle po celou dobu, tedy i za normálního leteckého provozu. Výhoda celého řešení spočívá v tom, že nejen urychluje práci skladů a mechaniků, ale také zvyšuje bezpečnost, protože technik údržby snadno nahlédne do historie součásti a tím lépe posoudí její stav.



Obrázek 13 Čip RFID

[10]

7 SPECIFIKACE RIZIK PŘI PLÁNOVÁNÍ ÚDRŽBY A JEJICH MOŽNÉ ŘEŠENÍ

Již v předchozím textu jsou zmíněna jistá rizika a problémy spojené s plánováním údržby (revizí). V této kapitole bych rád uvedl přehled těchto problémů a podal návrh efektivnějšího plánování.

První skupina rizik a problémů vzniká hned u konstrukční organizace (DOA). Konstrukční organizace musí vydat ke každému typu letadla Předpis pro údržbu - MPD (Maintenance Planning Document) a Příručku pro údržbu – AMM (Aircraft Maintenance Manual), viz. kapitola 4.1 Certifikovaná projekční a výrobní organizace a kapitola 4.2 Vytváření MPD. Je jasné, že tyto záležitosti se týkají hlavně nových typů letadel. Těžko vznikne problém podobného rázu na léty prověřených typech jako je B737. Problémy v těchto dokumentech se mohou vyskytnout až časem při již běžném provozu daného letadla. S vytvářením AMM příliš velké problémy nevznikají a rozhodně nemívají vliv na bezpečný provoz letadla. Praxí se může například ukázat, že některý kontrolní uzel nebo spotřební součást je hůře přístupná než bylo zamýšleno. Takovou chybu lze napravit několika způsoby. Obecně je to těžké shrnout, protože také situace jsou velice individuální a na jejich řešení pracuje tým technologů a konstruktérů.

- V první řadě je potřeba stanovit závažnost problému a zda-li je ekonomické se vůbec do řešení pouštět.
- Pokud je řešení nevyhnutelné, nabízí se tyto způsoby:
 - Navrhnutí speciálního přípravku.
 - Zvýšení spolehlivosti dané součásti (zesílení, kvalitnější materiál apod.) Tím se sníží frekvence revize a údržby součásti.
 - Přesunutí součásti na jiné místo (možnost pro elektrické prvky bez mechanické vazby).
 - Vytvoření montážního nebo inspekčního otvoru.
 - Zavedení nebo zdokonalení systému sebediagnostiky (elektronické prvky).

Při vytváření MPD, z hlediska bezpečnosti, se mohou vyskytnout závažnější potíže. I když MPD je kontrolováno úřadem, jenž následně vydává TC. Například se zjistí, že součást vydrží požadovaný počet cyklů i letových hodin, ale kalendářní doba životnosti je nasazena na příliš dlouhou dobu. Takto se může problém vyskytnout v jakékoliv kombinaci uvedených faktorů. Jako názorný příklad si můžeme představit nějakou objímku

nebo kovový závěs pro blok avioniky. Je to malá a nevýznamně vypadající součást chráněná povrchovou úpravou a umístěná hluboko v letadle. Při takových podmínkách pravděpodobně nedojde k problémům s kalendářní lhůtou pro revizi. S letovými cykly (vzlet a přistání) je to již jiné. Při jednom „tvrdším“ přistání se součást vlivem setrvačnosti hmoty zatíží tak, že může dojít ke vzniku malé trhliny (i mikroskopické), která se pak bude dále šířit již i při normálních přistáních. Obdobně budeme uvažovat o letových hodinách. V letectví je velkým problémem únava materiálu. Únava materiálu nabere vysoké rychlosti, pokud dojde k mechanické rezonanci. To může být i případ naší objímky / závěsu. Rezonance na tak malé součásti nemusí být pro posádku i cestující nikterak výrazná. Opět dojde mechanismem růstu únavové trhliny k porušení součásti. Prasknutí samozřejmě nemá hned katastrofální následky. Ale daná součást již nepřenáší požadované zatížení. To znamená, že zatížení se přerozdělí na okolní součásti a ty jsou pak nadměrně namáhány. Celý tento děj samozřejmě nepovede k havárii letadla, ale nutno podotknout, že málokterá letecká nehoda má pouze jednu příčinu. Vždy se jedná o soubor několika problémů a k těmto problémům se právě v nepravou chvíli může přidat „ta naše malá závada“. Jako příklad mohu uvést nehodu dopravního letadla B737 společnosti Aloha Airlines (Let 243). Letadlo létalo jen velice krátké trasy (asi 40 minutové lety). Trup byl častěji přetlakován, což vyústilo k únavové trhlíně, která se stala fatální a došlo k náhlému odlomení velké části trupu. Naštěstí dobrý design letadla dokázal zabránit úplnému kolapsu konstrukce a piloti bezpečně přistáli na nejbližším letišti. I když oficiální závěr vyšetřování byl: „Zanedbání údržby“, revize po odlétaných cyklech by měli takový defekt odhalit. Je pravdou, že do té doby si málo kdo uvědomoval problematiku takto krátkodobých letů.



Obrázek 14 Nehoda letu 243 Aloha Airlines

Při vytváření programu údržby již tolik rizik nehrozí. Program údržby opět vytváří tým odborníků z Organizace pro řízení zachování letové způsobilosti. Provozovatel musí mít naprosto jasno, za jakých podmínek bude letadlo provozovat a podle toho je program údržby sestaven. Je důležité, aby ke každému programu údržby bylo přistupováno individuálně. A každý program údržby musí být osvědčen úřadem.

7.1 Rizika při plánování revizí v MRO

Rizika při plánování revizí v MRO by se dala shrnout pod pojmy:

- Nalezené defekty.
- Z toho vyplývající nestandardní proces (non routine process).

Jedná se o skryté závady na letadle, jež technik údržby objeví až při práci na daném celku letadla. Jelikož se jedná o závady je potřeba je dříve či později odstranit (stanovuje se podle závažnosti poruchy = defektu). Zde nastává problém. Na odstranění defektu je třeba kvalifikovaný personál, určitý počet normohodin (čas), materiál a náhradní díly. Ze své podstaty jsou tyto nestandardní práce těžko předvídatelné. Úkolem oddělení plánování je stanovit odhad četnosti nalezených vad. Nejdůležitějším prvkem ve stanovení odhadu je rozsah plánované revize. Odhad nálezů pak slouží pro stanovení přibližného množství normohodin a vyčlenění techniků. Odhad potřebných náhradních dílů je ještě složitější a je to spíš problém skladového hospodářství a rychlého zásobování (logistiky), viz. kapitola 6.5 Skladové hospodářství.

Z výše zmíněného textu se dá odvodit, že odhad pracnosti nestandardních procesů a oprav může vyústit ve 2 problémy.

1. Pracnost bude podhodnocena. Letadlo zůstane v údržbové organizaci déle než měl provozovatel v plánu, což naruší plánované lety a provozovatel na danou činnost musí vyčlenit jiné letadlo nebo si další letadlo pronajmout. Samozřejmě i náklady budou vyšší, i když by se těmto nákladům provozovatel nevyhnul, protože ty závady tam prostě jsou a je jen otázkou času než by se na ně přišlo.
2. Pracnost bude přehodnocena. Letadlo opustí údržbovou organizaci dříve, než bylo v plánu, což vytvoří v práci MRO prázdný prostor, který nenese žádný užitek. A je na obchodním oddělení, aby tento prostor co možná nejdříve zaplnili novou zakázkou.

Existuje několik způsobů jak omezit pracnost nestandardních postupů. Touto problematikou se zabývá Purdue University (USA), jejímž cílem je snížit prostoj letadla v údržbové organizaci. Ve svém projektu uveřejnili několik kroků ke snížení pracnosti NRP (Non Routine Process):

- V MRO, která má kapacitu pro revize několika letadel současně, nasmlouvat na stejnou dobu stejné typy letadel. Takové řešení může například zefektivnit dovoz náhradních dílů.
- Standardizovat časté nálezy a vytvořit databázi v počítačové podobě. Toto řešení umožní snadnější komunikaci mezi techniky a oddělením plánování. Počítačové zpracování dat pak umožňuje poměrně snadno vytvářet analýzy defektů, na jejichž základě provozovatel může upravit svůj program údržby.

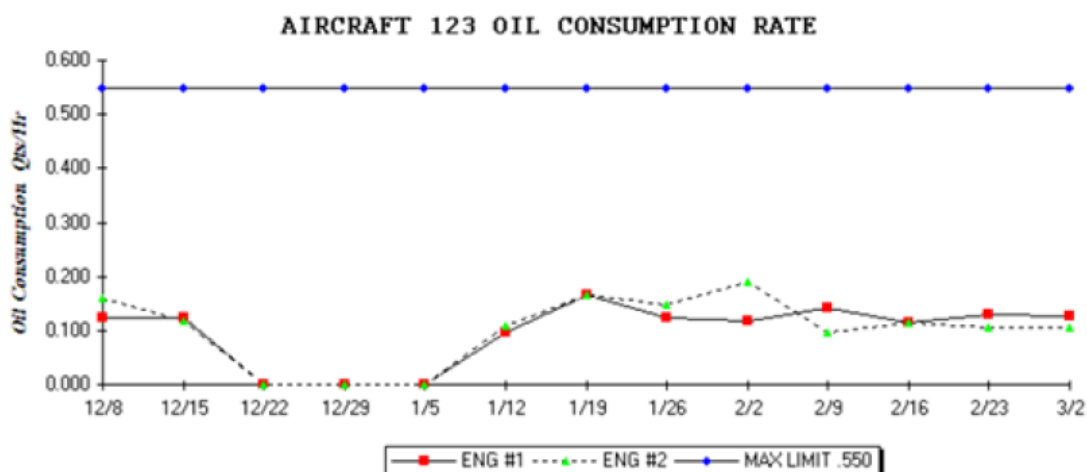
7.2 Problematika plánování údržby na letadlech dle ETOPS

ETOPS neboli Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards (Normy pro dlouhé lety dvoumotorových letadel). Jedná se o normu, jenž uznávají všechny velké světové letecké úřady. Popisuje požadavky na dvoumotorová letadla, jenž operují daleko od záložních letišť pro nouzové přistání (lety přes odlehlé oblasti, oceány a pouště). Z důvodu bezpečnosti, předcházení kritickým situacím jsou na letadlo mimo jiné kladeny i speciální nároky na údržbu, hlavně v oblasti údržby motorů. Údržbová organizace na práce pro ETOPS letadla musí mít speciální osvědčení od úřadu.

Významné speciální požadavky na údržbu letadel operujících dle ETOPS:

- Údržbu můžou provádět jen speciálně proškolení technici.
- Na předepsaná místa se musí používat speciální ETOPS certifikované součásti s vyšší bezpečností.
- Náhradní díly schválené dle ETOPS je nutno skladovat odděleně od náhradních dílů pro běžný provoz.
- Speciální údržba motorů:
 - Pravidelná kontrola množství oleje, sledování náhlého poklesu množství oleje i postupného nárůstu spotřeby oleje (platí i pro APU).
 - Oddělená údržba levého a pravého motoru. Z důvodu možnosti opakování chyb lidského činitele není možné provádět stejné údržbové práce na obou motorech ve stejný čas. Tyto práce musí být vykonávány s patřičným časovým odstupem. Pokud situace

nedovoluje takový postup údržby, musí na každém motoru pracovat oddělený tým techniků.



Obrázek 15 Záznam spotřeby oleje

8 NÁVRH SYSTÉMU PRO PLÁNOVÁNÍ ÚDRŽBY

V dnešní době se již ve všech složkách plánování údržby vyskytuje výpočetní technika. Její velkou výhodou je odstranění ohromného množství papírové dokumentace a snadnější orientace v celé dokumentaci. Nicméně tento systém není ani zdaleka tak efektivní jak by mohl být. Všechny 3 základní části plánování údržby (výrobce, provozovatel a MRO) používají různý software a data do něj musí většinou zadávat ručně.

Tak například konstrukční organizace vydává MPD sice v elektronické podobě, ale často ve formátu PDF. To znamená, že i když Organizace pro řízení zachování letové způsobilosti vytváří program údržby přes software (například MPC 3) musí prakticky celé MPD přepsat znovu do svého systému. Následně požadavek provozovatele na údržbu je opět zaslán údržbové organizaci ve formátu XLSX, XLSXM, XML (formáty MS Office Excel) nebo PDF. Plánování údržby opět musí přepsat celou zakázku do svého softwaru (například Quantum Control), aby byla schopna efektivně vytvářet Job Cards.

V následující úvaze bych rád představil koncept systému plánování údržby, který by maximálně využil dnešních IT a komunikačních technologií. Mělo by se jednat o počítačový program, jenž by umožnil standardizovanou práci a rozhraní pro všechny 3 výše zmíněné složky plánování. Byla by to univerzální platforma, která by měla tyto tři části:

1. Mód pro konstrukční organizaci, aby zde mohla vytvořit celé MPD, AMM, výkresovou dokumentaci apod. Samozřejmostí by bylo aktualizace AD, které by se ve stejném formátu dostaly k provozovateli i MRO.
2. Mód pro organizaci pro řízení zachování letové způsobilosti, která by měla snadný náhled do této dokumentace a přímo by již vytvářela a upravovala Program údržby. V této části by program mohl automaticky navrhopat úpravy programu údržby a kontrolovat případné opomenutí. Samozřejmostí by byly i všechny ostatní funkce, které nabízí i dnešní software pro vytváření programu údržby (viz. kap. 5.2.1 Počítačový software pro program údržby). Poslední funkcí by bylo vytvoření zakázky pro údržbovou organizaci.
3. Mód pro údržbovou organizaci. V této fázi by se velice usnadnila úloha plánovacího oddělení. Zakázka by již byla srovnána v systému a připravena na vytvoření Job Cards, jenž by software samozřejmě taky uměl. Navíc by si v tomto módu musel samozřejmě zachovat všechny funkce a možnosti současných softwarů pro plánování revizí a skladové hospodářství (viz kap. 6.4 Počítačový software Quantum Control).

Celý systém by umožňoval zpětnou vazbu mezi údržbovou organizací, provozovatelem a výrobní a konstrukční organizací. Rovněž by umožňoval snadnou kontrolu stavu letadel a to i z vnější, pokud by se do systému zapojil i letecký úřad.

Jako pomyslná „třešnička nakonec“ by byla implementace systému ACARS, která by umožňovala zasílání údržbovo-technických dat přímo do části 2, tedy k organizaci pro řízení zachování letové způsobilosti, kde by příchod takové zprávy byl patřičně graficky zvýrazněn, obzvláště pokud by se jednalo o závažnější problém. Zpráva by byla opět ve standardizovaném formátu dat, takže by práce s ní byla opět plně podporována softwarem.

ZÁVĚR

Věřím, že tato bakalářská práce se uplatní při výuce budoucích profesionálů v oblasti civilního letectví. Díky této práci jsem více nahlédl do problematiky civilního letectví v Evropě, prostudoval spoustu důležitých předpisů a vytvořil nové kontakty s lidmi již pracujícími v tomto zajímavém odvětví.

Bakalářskou práci hodnotím kladně hned z několika důvodů. Jednak se mi podařilo splnit všechny cíle této práce a snad i něco navíc. K dalším kladům patří úspěšná prezentace na videokonferenci o údržbě letadel. A v neposlední řadě se domnívám, že ještě neexistuje aktuální literatura, kde by byla popsána celá problematika tak komplexně.

Poděkování

Na závěr bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Rostislavu Horeckému, Ph.D, nejen za dohled nad prací, ale také za uspořádání výše zmíněné videokonference. Dále bych rád poděkoval firmě Job Air Technic, a.s., zejména oddělení plánování za poskytnutí potřebných informací a ukázkových dokumentů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literatura

- [1] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví ČSN EN 13 306:2002
- [2] Komise Evropských Společenství. Nařízení Komise (ES) č.2042/2003 o zachování letové způsobilosti letadel a leteckých výrobků, letadlových částí a zařízení a schvalování organizací a personálu zapojených do těchto úkolů. Článek 2.
- [3] Úřad civilního letectví. Směrnice CAA-OLP 08/2009 Příručka letové způsobilosti – Certifikace návrhu a zachování letové způsobilosti. Doplněk B k Hlavě 2 Výbor pro plánování údržby (MRB).
- [4] SAAB. SAAB 340 MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT Based on Maintenance Review Board Report No. 18 and Aircraft Maintenance Manual Rev. 74. Kapitola: LIST OF CHAPTERS.
- [5] Komise Evropských Společenství. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1899/o harmonizaci technických požadavků a správních postupů v oblasti civilního letectví. Hlava C, Osvědčování provozovatele a dozor nad ním.
- [6] František Heviánek, Miroslav Barnet, Emil Bradovka. Technologie oprav letadel I. Nakladatelství dopravy a spojů (NADAS) Praha 1985. Kapitola 6.3.3. Strana 253 – 257.
- [7] Komise Evropských Společenství. Nařízení Komise (ES) č.2042/2003 o zachování letové způsobilosti letadel a leteckých výrobků, letadlových částí a zařízení a schvalování organizací a personálu zapojených do těchto úkolů. Příloha Part 145. Oddíl A, Technické požadavky.

Internet (25.4.2013)

- [8] <http://mpc.reliasoft.com/?gclid=CNiW0NeswrMCFQu7zAodihgA8Q>
- [9] <http://componentcontrol.com/>
- [10] <http://www.logica.cz/we-are-logica/media-centre/case-studies/airbus-vyuit-technologie-rfid-pri-opravach-letadel/>

Další nepřímo použité zdroje

- Komise Evropských Společenství. Nařízení Komise (ES) 1702/2003, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro certifikaci letové způsobilosti letadel a souvisejících výrobků, letadlových částí a zařízení a certifikaci ochrany životního prostředí, jakož i pro certifikaci projekčních a výrobních organizací
- <http://corrosion-doctors.org/Aircraft/MSG.htm>
- <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:maintenance>
- www.caa.cz

PŘÍLOHY

- A. Vybrané strany z MPD pro Saab 340.
- B. Vybraná strana z programu údržby.
- C. Dokument CRS
- D. Kontrolní otázky do systému Edubase

Příloha A: Vybrané strany z MPD pro Saab 340

PROPOSED LINE CHECK PROGRAM

LINE CHECK AREA

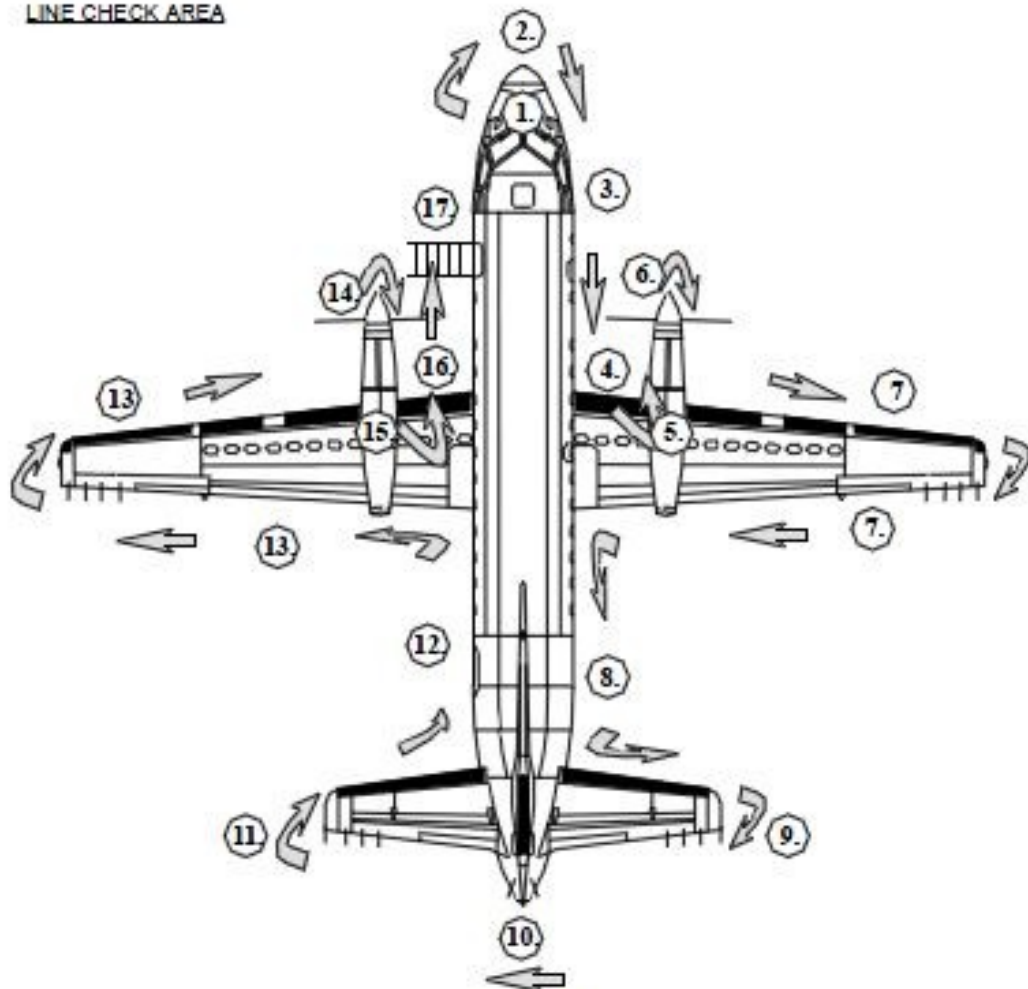
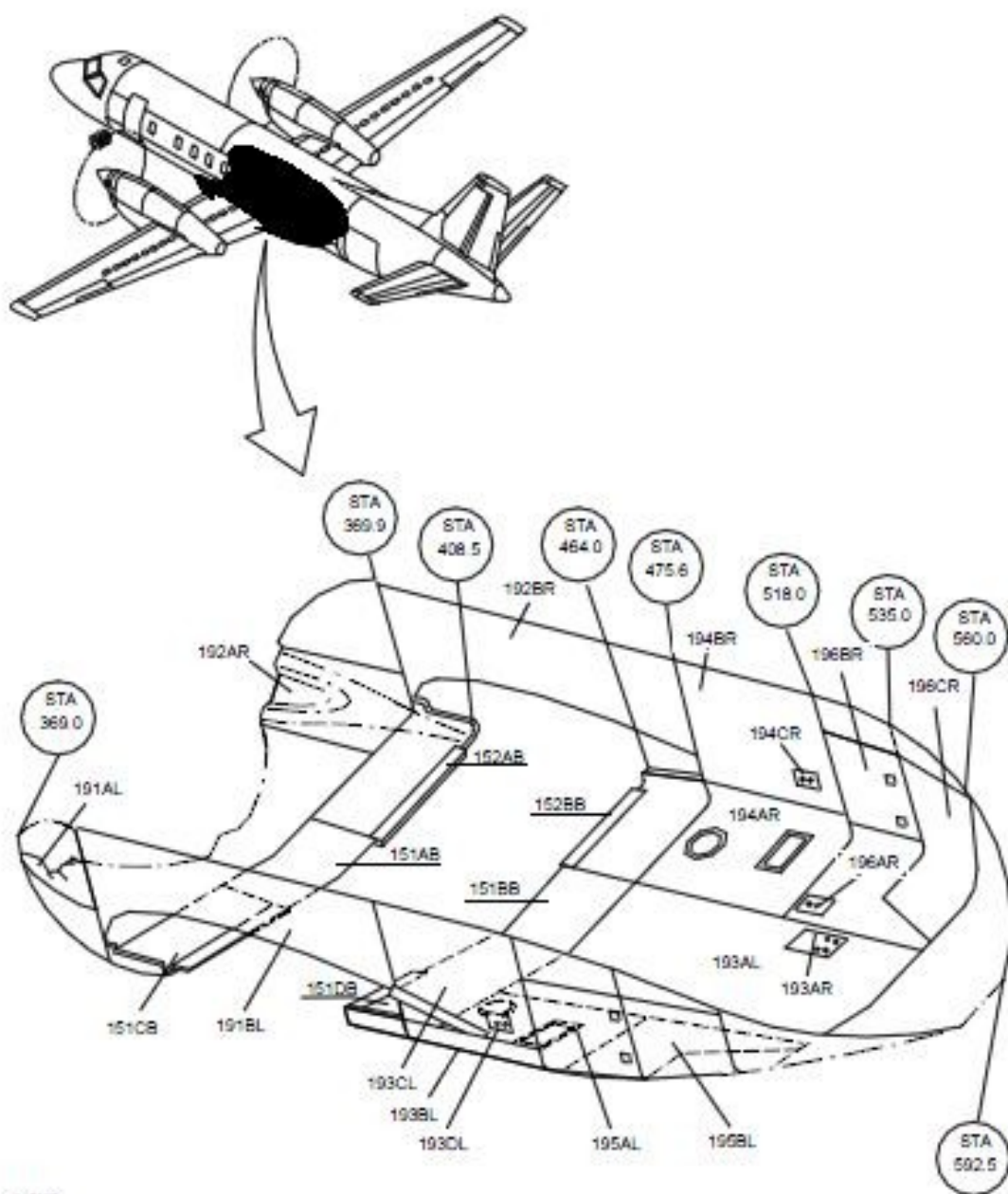


FIG. 1

- | | | | |
|----|--------------------------------------|-----|--|
| 1. | Nose Gear and Wheel Well | 10. | Tail Section |
| 2. | Nose section | 11. | LH Empennage |
| 3. | RH Forward Fuselage | 12. | LH Rear Fuselage |
| 4. | RH Inboard section of Wing | 13. | LH Outer Wing and |
| 5. | RH Main Gear and Wheel Well | | Rear Inboard section of Wing |
| 6. | RH Powerplant, Propeller and Nacelle | 14. | LH Powerplant, Propeller and Nacelle |
| 7. | RH Outer Wing and | 15. | LH Main Gear and Wheel Well |
| | Rear Inboard section of Wing | 16. | LH Inboard section of Wing section of Wing |
| 8. | RH Rear Fuselage | 17. | LH Forward Fuselage |
| 9. | RH Empennage | | |

Proposed Line Check Program



A15887

Access Doors and Panels – Wing Fairing
FIG. 11

Access and Panels

Conf 2
Page M35
Sep 01/05



OTHER REQUIREMENTS

Sep 01/05

TASK	CODE	ZONE	DESCRIPTION	INTERVAL	MEN	MHRS	SKILL	REFERENCE	EFFECTIVITY
215182	SB	193 194	Clean the ECS heat exchanger. Access: 193BL, 193CL 194AR, 194BR	Vendor Rec 1 0.4 0.7	1 ●	0.4 0.7	AF	SB: HAMILTON 21-2094	ALL
313002	MRB	270	Overhaul flight data recorder law vendor CMM. Access 270A	Vendor Rec 1 0.05	1 ●	0.2 0.05	EA	AMM: 31-30-10-201 31-30-10-401 31-30-10-401 Conf 1 31-30-10-601 CMM: 31-31-01 (Lockheed) 31-30-32 (Allied Sign) 31-30-40 (Allied Sign) 31-30-01 (Loral) 31-30-02 (Loral)	ALL
243502	MRB	221	Perform emergency battery discharge check off A/C. Access: 220AZ	12 MOS or Vendor Rec 1 0.05	1 ●	0.2 0.05	EA	AMM: 24-35-00-601 24-35-10-201 24-35-10-401 CMM: 24-30-02	ALL
258001	MRB	212	Visual and operational check of ELT. Access 270A	12 MOS or Nat. Reg. 1 ●	1 ●	0.1 0.05	AF	AMM: 25-65-00-601 25-65-00-601 Conf. 1	ALL

Příloha B: Vybraná strana programu údržby



Aircraft OK - Due List Report

Due list for advance 0.00 Hours 0.00 Cycles 0.00 Landings 0.00 Other 0.00 Days

Tel:
Page: 1 of 19
Date Printed: 02/09/2009

ATA Code W/O # Open Date	Event Category Event Name Part / Model Description Part / Model Number	Revision date	Subject	Frequency		Complied with times				Next Due		Time remaining	
				Hours Cycles Landings Other Days	Intervals	TSN CSN LSN OSN Date	TSO CSO LSO OSO Date	TSN CSN LSN OSN Date	TSO CSO LSO OSO Date	Hours Cycles Landings Other Days			
Method of compliance													
Manufacturer													
Cessna Aircraft Company													
Logbook Category													
Airframe													
Part Number													
T303													
Serial Number													
T303-00205													
Location													
FIN / Registration													
Operator													
Information Date													
21.10.2008													
TSN													
2209.00													
CSN													
LSN													
1074.00													
OSN													
2209.00 H													
1074.00 L													
TSO													
CSO													
LSO													
OSO													
50.00 H													
2259.00 H													
50.00 H													
21.10.2008													
1074.00 L													
21.10.2008													
100.00 H													
2209.00 H													
1074.00 L													
21.10.2008													
100.00 H													
2209.00 H													
1074.00 L													
21.10.2008													
12 M													
21.10.2008													
31.10.2009													
264 D													
100.00 H													
2309.00 H													
100.00 H													
28.11.2007													
Inspection - Scheduled													
332-77-E-7													
0200 hours inspection													
6.1.2000													
200.00 H													
2116.00 H													
897.00 L													
12.12.2007													
2316.00 H													
107.00 H													
28.11.2007													
Inspection/Check, Cessna M.E.													
332-77-E-7													
Filter, central gyro_Cessna T303													
8.8.2005													
Special inspection Note 11. (inspection for condition)													
200.00 H													
2116.00 H													
897.00 L													
12.12.2007													
2316.00 H													
107.00 H													

Příloha C: Dokument CRS

CERTIFICATE OF RELEASE TO SERVICE

For PART 88 (PART M Subpart H.M.A.80)

CRS Nr.:	Registration: OO-
Owner:	
Maintenance location:	

[illegible]

Maintenance type:	Scheduled		Unscheduled		Repair / Modification	

[illegible]

Independent inspection performed for item Nr.:

Deferred defects/items:

Limitations:

Certifies that the work specified except as otherwise specified was carried out in accordance with Part-M and in respect to that work the aircraft is considered ready for release to service.

Starting Date:	Name Certifying staff:	Signature:
Closing Date:	Part 66 licence number: Valid until:	

CR8 Aircraft logbook:

Contact:

- o Copy CAMO
- o Copy Owner
- o Copy BCAA

Příloha D: Kontrolní otázky do systému Edubase

- 1) Spadá předletová prohlídka do údržby?
- 2) Co je hlavním cílem údržby?
- 3) Vypálí se pomalá a levná údržba, nebo drahá ale rychlá?
- 4) Lineární funkcí se značí jaké období stroje?
- 5) Vývoj a zavedení do provozu jakého dopravního letadla znamenal velký posun v plánování údržby?
- 6) Jaký je hlavní rozdíl mezi MSG-2 a MSG-3?
- 7) Vyjmenuj moderní prvky MSG-3.
- 8) Co rozumíme pod zkratkou POA?
- 9) Co rozumíme pod zkratkou DOA?
- 10) Které nařízení EASA se zabývá projekční a výrobní organizací?
- 11) K čemu slouží TC?
- 12) K čemu slouží AD (PZZ)?
- 13) Jaký je anglický název příručky pro údržbu?
- 14) Kdo schvaluje minimální požadavky na údržbu?
- 15) Co znamená MPD?
- 16) Proč je životnost některých součástí definována kalendářní lhůtou a jiných například počtem letových hodin?
- 17) Podle jaké filozofie se sestavují moderní MPD?
- 18) Co je EU-OPS 1?
- 19) Co znamená, když je právnická nebo fyzická osoba vlastníkem AOC?
- 20) K čemu slouží organizace pro řízení a zachování letové způsobilosti?
- 21) Podle jakého EASA nařízení je organizace pro řízení a zachování letové způsobilost certifikována?
- 22) Co je to program údržby?
- 23) Pro kolik letadel je maximálně možno vydat jeden program údržby?
- 24) Vyjmenuj zásady pro program údržby.
- 25) Popiš A Check.
- 26) Popiš B Check.
- 27) Popiš C Check.
- 28) Popiš D Check.
- 29) K čemu slouží počítačový software pro program údržby?
- 30) Jakou MSG filozofii využívají moderní softwary pro program údržby?
- 31) Jaký je rozdíl mezi organizací dle Part 145 a Part M?
- 32) Jaké přílohy nařízení 2042/2003 se týkají údržbových organizací?
- 33) Kam nejdříve putuje požadavek zákazníka na údržbu?

- 34) Kdo vytvoří kalkulaci zakázky?
- 35) Co je obsaženo v kalkulaci zakázky?
- 36) Co je to Job Cars a kdo je vydává?
- 37) Jak se řeší odhalení neplánované závady nebo defektu?
- 38) K čemu slouží EASA FORM 1?
- 39) K čemu slouží CRS?
- 40) Co je to Tally sheet?
- 41) K čemu slouží Job Card?
- 42) K čemu slouží NRC?
- 43) Co vše pokrývají funkce Quantum Control?
- 44) Jak zasáhne zvýšený prostoj letadla provozovatele a jak údržbovou organizací?
- 45) Jaká je základní nevýhoda čárových kódů oproti RFID?
- 46) Co je to RFID?
- 47) Popiš rizika při párování údržby.